COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1888.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome CV des *Comptes rendus* (2e semestre 1887) est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les cyclones*. Note de M. Mascart.

« La discussion relative au mouvement de l'air dans les cyclones ne peut aboutir que s'il s'établit un accord préalable sur les résultats des observations. Dans une précédente Communication ([1]), M. Faye a accepté l'existence d'une composante du vent vers le centre des cyclones, mais il appelle cette déviation *continentale,* pour indiquer qu'il l'attribue à la résistance du sol et aux obstacles de toute nature.

([1]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 1050.

» La fin de sa dernière Note contient une déclaration que je n'avais pas entendue à la lecture et qui me paraît également importante :

» Dans les dépressions fixes, bien plus faibles d'ordinaire, les choses se passent différemment.... Il s'y produit vers la périphérie des brises plus ou moins convergentes (déviées naturellement par la rotation du globe), mais non des girations violentes. L'air y monte avec lenteur.

» Sauf quelques réserves sur le sens attribué à « dépressions fixes » et sur l'importance relative des phénomènes, c'est là une concession nouvelle que je suis heureux d'enregistrer.

» Je voudrais espérer que notre éminent Confrère ira plus loin et que, se rendant à l'évidence des faits constatés dans le monde entier, il reconnaîtra que la convergence partielle du vent dans les dépressions est la règle générale, aussi bien pour les cyclones de toute nature que pour les effets moyens annuels ou saisonniers ; il sera possible alors, en partant des mêmes faits, d'examiner les questions de théorie.

» J'ajouterai encore que, connaissant les vues de mon savant Collègue M. Mohn, j'ai été surpris de la citation faite par M. Faye ; j'ai donc recouru au texte, que je demande la permission de reproduire, en le complétant :

» In den tropischen Wirbelstürmen geht der grösste Theil der Bewegung der Luft wirklich im Kreislauf um das Centrum herum for sich. Die Richtung des Windes weist weniger nach dem Mittelpunkte hinein, als dies bei unseren Stürmen der Fall ist; aber die grosse Geschwindigkeit hat doch den Erfolg, dass fortwährend eine ausserordentlich grosse Luftmasse von aussen nach dem Innern des Orkanes hineingepresst wird, während sie zu gleicher Zeit das Centrum umkreist. Grade so, wie in unsern Wirbeln, muss darum auch in den tropischen Wirbelstürmen ein aufsteigender Luftstrom stattfinden mit all den Phänomenen, die diesem eigenthümlich sind und ihn gleichzeitig unterhalten. »

» La traduction donnée dans l'édition française me paraît assez exacte pour qu'il ne soit pas nécessaire de la modifier :

» Dans les tempêtes tournantes des tropiques, la *majeure* partie du mouvement de l'air s'effectue circulairement autour du centre. La direction du vent dévie moins vers le centre que dans nos tempêtes ; mais la grande vitesse fait qu'une masse d'air extraordinairement considérable passe sans cesse de l'extérieur à l'intérieur de l'ouragan, pendant que celui-ci environne le centre. Ainsi donc, de même que dans nos tourbillons, il doit exister dans les tourbillons intertropicaux un courant d'air ascendant, accompagné de tous les phénomènes qui lui sont inhérents et qui l'entretiennent. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la figure de la Terre.* Note de M. H. **Poincaré**.

« Est-il possible de trouver une loi de la variation de la densité à l'intérieur de la Terre qui satisfasse à la fois :

» 1° A l'équation de Clairaut;

» 2° A la valeur observée $\frac{1}{293}$ de l'aplatissement;

» 3° A la valeur observée 305,6 de la constante de la précession?

» Depuis quelque temps déjà, les géomètres considèrent comme vraisemblable que cela est impossible; si, en effet, on admet que la compressibilité diminue rapidement quand la pression augmente, M. Callandreau a montré que l'on a

$$\frac{d^2\rho}{da^2} < 0, \qquad \frac{d\eta}{da} > 0,$$

et, si η est croissant, M. Radau a démontré qu'il doit y avoir entre l'aplatissement et la constante de la précession une relation à laquelle les valeurs observées ne satisfont pas.

» Quelques doutes pouvaient subsister cependant; pour établir cette relation, M. Radau est obligé de supposer que la quantité qu'il a appelée η est comprise entre 0 et 0,54. Son résultat subsiste-t-il encore quand on s'affranchit de cette hypothèse?

» Cette Note a pour but de montrer que le théorème de M. Radau est encore vrai, sans qu'on ait à faire aucune hypothèse.

» Rappelons d'abord les notations habituellement employées.

» Nous appelons ε l'ellipticité d'une couche sphéroïdale quelconque; a le rayon de cette couche, celui du globe entier étant pris pour unité; ρ la densité de cette couche; D la densité moyenne du sphéroïde limité extérieurement par cette couche;

$$\eta = \frac{a}{\varepsilon}\frac{d\varepsilon}{da}, \qquad \zeta = a\frac{d\eta}{da};$$

D_1, ε_1 et η_1 les valeurs de D, ε et η à la surface.

» L'équation de Clairaut s'écrit

$$\left(\frac{1}{6}a^2\varepsilon'' - \varepsilon\right)D + (a\varepsilon' + \varepsilon)\rho = 0,$$

ou bien encore

$$(1)\qquad (\zeta+\eta^2-\eta-6)\left(\frac{D}{\rho}-1\right)+(\zeta+\eta^2+5\eta)=0.$$

De plus, on doit avoir à la surface

$$\varepsilon_1=\frac{1}{293},\qquad \eta_1=0,543.$$

Enfin les observations de la précession nous donnent

$$\frac{2}{5}\int\frac{D}{D_1}da^5=1-\frac{1}{I},\qquad I=1,955.$$

Si la densité est constamment décroissante, on a

$$\frac{d\rho}{da}<0,\qquad \rho<D,\qquad \frac{D}{\rho}-1>0,$$

et l'équation (1) donne alors

$$(\zeta+\eta^2-\eta-6)(\zeta+\eta^2+5\eta)<0.$$

Comme l'aplatissement va constamment en croissant, on a

$$\eta>0,$$

de sorte que l'inégalité précédente se décompose en deux :

$$(2)\qquad \zeta+\eta^2+5\eta>0,\qquad \zeta+\eta^2-\eta-6<0.$$

» Je vais me proposer maintenant de démontrer qu'on a *constamment*

$$\eta<3.$$

En différentiant l'équation (1), on trouve

$$\frac{d\zeta+(2\eta-1)\,d\eta}{\zeta+\eta^2-\eta-6}-\frac{d\zeta+(2\eta+5)\,d\eta}{\zeta+\eta^2+5\eta}-\frac{3\,d\eta}{\zeta}=\frac{D\,d\left(\frac{1}{\rho}\right)}{1-\frac{D}{\rho}}.$$

Lorsque a est croissant, $\frac{1}{\rho}$ est aussi croissant, ce qui entraîne l'inégalité

$$(3)\qquad \frac{d\zeta+(2\eta-1)\,d\eta}{\zeta+\eta^2-\eta-6}-\frac{d\zeta+(2\eta+5)\,d\eta}{\zeta+\eta^2+5\eta}-\frac{3\,d\eta}{\zeta}<0.$$

» Posons

$$F=\left(\frac{\zeta+\eta^2-\eta-6}{\zeta+\eta^2+5\eta}\right)^5\left(\frac{\zeta-\eta^2+3\eta}{\zeta-\eta^2-7\eta-10}\right)^3.$$

Le premier membre de l'inégalité (3) pourra s'écrire

$$-\frac{1}{20}\frac{d\mathrm{F}(\zeta-\eta^2+3\eta)(\zeta-\eta^2-7\eta-10)}{\mathrm{F}\zeta(\eta+1)^2}.$$

Les inégalités (2) entraînent la suivante :

$$\zeta-\eta^2-7\eta-10<0,$$

de sorte que l'inégalité (3) peut s'écrire

$$(4)\qquad \frac{d\mathrm{F}}{\mathrm{F}}\frac{\zeta-\eta^2+3\eta}{\zeta}<0.$$

» Pour les valeurs très petites de a, ζ et η sont très petits et tous deux positifs; par conséquent F est positif. Je dis que, quand on fera croître a, F restera toujours positif.

» En effet, en vertu des inégalités (2), F est de même signe que $\zeta-\eta^2+3\eta$. Donc, pour les petites valeurs de a, F et $\zeta-\eta^2+3\eta$ sont tous deux positifs. Pour que ces deux fonctions pussent devenir toutes deux négatives, il faudrait d'abord qu'elles fussent toutes deux positives, décroissantes et très voisines de o.

» Mais, si l'on suppose

$$\mathrm{F}>0,\qquad \zeta-\eta^2+3\eta>0,\qquad d\mathrm{F}<0,$$

l'inégalité (4) nous donne

$$\zeta>0,$$

ce qui est incompatible avec les inégalités (2) et la supposition que $\zeta-\eta^2+3\eta$ est très voisin de o.

» Nous avons donc toujours

$$\zeta-\eta^2+3\eta>0.$$

» En résumé, les deux quantités η et ζ doivent satisfaire aux inégalités suivantes

$$\eta>0,\qquad \zeta+\eta^2-\eta-6<0,\qquad \zeta-\eta^2+3\eta>0,$$

et ces inégalités sont les seules auxquelles elles doivent satisfaire.

» Il est aisé d'en déduire

$$\eta<3.$$

» On sait que Clairaut avait déjà démontré, *mais seulement pour la valeur*

de η_1 à la surface, l'inégalité

$$\eta_1 < 3.$$

» Cela posé, reprenons le raisonnement de M. Radau. Ce savant établit, par un calcul ingénieux, l'identité suivante

$$\sqrt{1+\eta_1} = \int \frac{D}{D_1} da^5 \frac{1+\frac{1}{2}\eta - \frac{1}{10}\eta^2}{\sqrt{1+\eta}};$$

d'où l'on déduit

$$\sqrt{1+\eta_1} = \frac{5}{2}\left(1 - \frac{1}{1,955}\right)\left(\frac{1+\frac{1}{2}\xi - \frac{1}{10}\xi^2}{\sqrt{1+\xi}}\right),$$

ξ étant une des valeurs que peut prendre η, quand a varie de 0 à 1.

» L'observation donne

$$\sqrt{1+\eta_1} = \frac{5}{2}\left(1 - \frac{1}{1,987}\right),$$

d'où l'on déduirait

$$(5)\qquad \frac{1+\frac{1}{2}\xi - \frac{1}{10}\xi^2}{\sqrt{1+\xi}} = \frac{1-\frac{1}{1,987}}{1-\frac{1}{1,955}} = 1,018.$$

» Or, quand a varie de 0 à 1, η reste compris entre 0 et 3; il en est donc de même de ξ, ce qui entraîne l'inégalité

$$\frac{1+\frac{1}{2}\xi - \frac{1}{10}\xi^2}{\sqrt{1+\xi}} < \frac{1+\frac{1}{6} - \frac{1}{90}}{\sqrt{1+\frac{1}{3}}} < 1,0008.$$

» L'équation (5) est donc impossible.

» En résumé, *aucune hypothèse sur la loi des densités ne peut satisfaire aux observations.*

» Je m'abstiens de toute tentative d'interprétation de ce résultat et je ne recherche pas si l'on doit, pour expliquer cette anomalie, reprendre la discussion des observations, ou supposer, avec quelques géologues, un mouvement relatif du noyau fluide interne par rapport à l'écorce solide; ou, enfin, si la petite différence, entre l'aplatissement observé et l'aplatissement calculé, est due simplement aux irrégularités de la surface et à celles qui, selon les idées de M. Faye, existeraient dans la distribution des matières solides et liquides à l'intérieur du globe.

» Dans les hypothèses envisagées par M. Radau, et où

$$0 < \eta < \eta_1,$$

la valeur de I reste sensiblement constante et égale à 1,987. Dans le cas plus général où je me suis placé, I peut prendre d'autres valeurs, mais il reste toujours plus grand que 1,987; j'ajoute qu'il est toujours plus petit que 2,04. On voit que les limites entre lesquelles peut varier I sont encore très rapprochées. »

STATISTIQUE. — *Les centenaires en France (recensement de* 1886); par M. Émile Levasseur. Communication faite sur l'invitation du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

« Il existe des centenaires, mais le nombre en est moins grand qu'on ne le suppose d'ordinaire.

» Les jeunes femmes ont la coquetterie de se rajeunir; au contraire, les vieillards qu'on cite pour leur très grand âge ont la vanité de se vieillir pour se faire admirer. Les octogénaires que l'on consulte sur l'âge de leurs aînés, lorsque ces aînés approchent de la centaine ou l'ont dépassée, sont portés à les dire plus vieux qu'ils ne sont réellement, parce qu'ils s'imaginent les avoir toujours vus vieux, les ayant toujours connus plus âgés qu'eux. De là, des illusions et des exagérations sur le nombre des centenaires, que les traditions bibliques sont de nature à encourager.

» Cependant si, au lieu de s'en tenir aux vieillesses fabuleuses des premiers patriarches, on cherche des textes plus authentiques, on voit dans la Bible même un psaume [1] attribué à Moïse employer pour caractériser la durée de la vie humaine, des termes que ne désavouerait pas un démographe du XIXe siècle : *Dies annorum nostrorum in ipsis septuaginta anni. Si autem potentatibus, octoginta anni.*

» Le chef du bureau de la Statistique de Bavière est, à ma connaissance,

(1) Psaumes, XC, v. 10. Voici la traduction du verset entier (traduction de Louis Segond, faite sur le texte hébreu) : « Les jours de nos années s'élèvent à soixante-dix ans, et, pour les plus robustes, à quatre-vingts ans; et l'orgueil qu'ils en tirent n'est que peine et misère, car il passe vite, et nous nous envolons. » L'esprit du psaume autorise à penser que l'auteur était disposé à assigner à la vie humaine une durée plutôt un peu abrégée que trop étendue.

le premier qui ait cherché à contrôler, à propos du dénombrement de 1871, les déclarations de centenaires. Il y en avait 37. Vérification faite sur les registres de l'état civil constatant la date de la naissance, il se trouva qu'il n'y avait, en réalité, qu'une femme qui avait vécu plus d'un siècle.

» A la même époque, le Canada, qui jouit depuis longtemps du renom de longévité, a procédé à une investigation du même genre. On y citait 421 personnes comme étant mortes centenaires. Sur ce nombre, l'administration a pu reconstituer, à l'aide de pièces authentiques, l'état civil de 82 personnes, et il s'est trouvé que 9 seulement, 5 hommes et 4 femmes, avaient véritablement vécu plus de cent ans.

» En France, le Ministre du Commerce et de l'Industrie a voulu établir aussi un contrôle du même genre, à propos du dénombrement de 1886.

» Il a communiqué au Conseil supérieur de Statistique les résultats de l'enquête faite à ce sujet, laquelle a été dirigée par M. Vannacque, chef de division, et recueillie par M. Turquan, chef de bureau de la Statistique générale de France, et il m'a chargé de les porter à la connaissance de l'Institut. Je dépose sur le bureau la copie du Rapport adressé au Ministre par M. Vannacque et je demande à l'Académie la permission de lui présenter un résumé des faits qui y sont contenus.

» Les premiers états envoyés au Ministère portaient 184 centenaires. Les préfets ont été invités à faire rechercher par les maires l'acte de naissance ou des pièces authentiques établissant avec certitude l'âge de ces personnes. Au premier examen, il a été reconnu que 101 personnes avaient été inscrites à tort dans cette catégorie, soit qu'elles eussent un grand âge (1) sans avoir encore un siècle d'existence, soit que leur inscription résultât d'une déclaration fausse par le recensé (2) ou d'une erreur de transcription par le recenseur (3). Sur 83 personnes déclarées centenaires, après examen, 67 ne l'ont été que sur l'affirmation de leurs proches, sans qu'ils pussent fournir d'acte; il y a assurément dans cette catégorie un certain nombre de vieillards qui n'ont pas encore le droit d'y figurer.

---

(1) 41 avaient au moins 90 ans.

(2) 3 personnes ayant 25, 30 et 31 ans ont déclaré par plaisanterie avoir 100 ans; 8 ont été portées comme centenaires, ayant de 77 à 89 ans.

(3) Un enfant de 6 ans a été porté comme centenaire parce qu'on a inscrit pour date de sa naissance 1780 au lieu de 1880; 48 personnes, devant être portées à la ligne « âge inconnu », ont été portées par erreur à la ligne précédente : 100 ans et plus.

Des pièces authentiques, comme acte de baptême, congé de réforme, etc., ne sont parvenues au bureau de Statistique que pour 16 centenaires. Parmi ces derniers se trouve un homme (Joseph Ribas), né à San Estevan de Litera, en Espagne, et baptisé le 20 août 1770, qui avait par conséquent, en 1886, 116 ans et 9 mois; il vit ou du moins il vivait encore en 1888 à Tarbes; il a été marié à 50 ans, il a eu 7 enfants et il est devenu veuf à 100 ans. Si cet homme n'a pas emprunté l'acte de baptême d'un frère aîné — ce qui n'est pas probable, puisqu'il existe en France des actes datant d'une époque où il n'avait aucun intérêt d'amour-propre à se vieillir, — c'est un centenaire bien authentique et l'on doit en trouver très rarement d'un aussi grand âge. Les autres, au nombre de 82, avaient de 100 à 105 ans; une veuve atteignait même peut-être 112 ans, mais c'est un centenaire dont l'âge semble fort douteux. Les femmes étaient en majorité ([1]). Il y avait naturellement peu de couples mariés ([2]), il y avait quelques célibataires, beaucoup de veufs et surtout de veuves ([3]). Une d'elles, âgée de 103 ans, la femme Rostkowski, née Mazurkiewicz, fille d'un chambellan de Stanislas II et sœur d'un général du génie, a fait les campagnes de Pologne comme aide chirurgien-major avec son mari qui était capitaine adjudant-major; elle compte douze campagnes et a reçu deux blessures; elle vit aujourd'hui d'un secours de 60^{fr} par mois que lui accorde le gouvernement français. Le plus grand nombre des centenaires est dans l'indigence ([4]).

» Il n'y a aucune raison de penser que le nombre des centenaires augmente ou diminue aujourd'hui en France, de même qu'il n'y a aucun motif de croire qu'on vivait plus longtemps dans les siècles passés que de notre temps. Or, depuis une vingtaine d'années, l'état civil enregistre en moyenne 73 décès de centenaires par an, nombre dans lequel il doit se trouver, comme dans les déclarations faites à propos du dénombrement, mais dans une proportion vraisemblablement moindre, des exagérations.

» Le recensement a enregistré plus de centenaires dans le sud-ouest que dans le reste de la France. Or le relevé des décès confirme cette répartition; car le quart des centenaires morts de 1866 à 1885 appartient

---

([1]) 52 femmes, 31 hommes.

([2]) 1 femme et 2 (?) hommes.

([3]) 6 célibataires du sexe masculin, 16 du sexe féminin; 23 veufs, 41 veuves.

([4]) 22 étaient dans l'indigence, 47 dans une position très modeste, 7 dans une position modeste, 7 seulement dans une position aisée ou très aisée.

à six départements : la Gironde, les Landes et, au pied des Pyrénées, les Basses-Pyrénées, les Hautes-Pyrénées, la Haute-Garonne et l'Ariège et une carte dressée par M. Turquan fait voir que tout le bassin de la Garonne, des Pyrénées au Puy-de-Dôme, compte à lui seul autant de décès de centenaires que le reste de la France ([1]). Vit-on réellement plus longtemps dans cette région ou, sur les bords de la Garonne, est-on plus porté à l'exagération qu'ailleurs? Il paraît difficile, cependant, d'admettre complètement cette fin de non-recevoir en présence d'un groupement aussi régulier.

» Entre le nombre de 73 décès de centenaires et celui de 83 centenaires acceptés comme probables après enquête, la différence n'est pas considérable. En ramenant, par hypothèse et pour tenir compte des exagérations, le nombre des véritables centenaires qui existent aujourd'hui à une cinquantaine environ, on n'est peut-être pas éloigné de la vérité. Si nous acceptons cette hypothèse et si nous calculons le rapport d'après le nombre des naissances, qui était en moyenne de 940 000 de 1771 à 1779, on trouve que la génération qui a traversé le XIXe siècle a eu 1 chance sur 18 800 d'atteindre l'âge de 100 ans. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la composition de l'urine sécrétée pendant la durée d'une contre-pression exercée sur les voies urinaires*. Note de MM. **R. Lépine** et **E. Porteret**, transmise par M. Bouchard.

« L'un de nous, en collaboration avec M. P. Aubert (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 13; 1886), a déjà étudié les modifications que subit la composition de l'urine sécrétée *après* l'enlèvement d'un obstacle à son cours (ligature temporaire d'un uretère, par exemple). La présente Note a pour but de faire connaître celles qu'offre l'urine sécrétée *pendant* la durée d'un certain degré de contre-pression.

» Ainsi que dans les expériences citées plus haut, les recherches dont nous allons rendre compte ont toutes été faites chez le chien, et en suivant rigoureusement la même méthode.

» Nous mettons une canule dans chaque uretère. D'un côté, nous laissons couler librement l'urine et, de l'autre, nous élevons à une certaine

---

([1]) La moitié des 1470 centenaires morts dans une période de vingt ans appartient à un groupe compact de 21 départements du sud-ouest et du centre.

hauteur le bout périphérique d'un tube de caoutchouc dont le bout central est adapté à la canule. Nous produisons ainsi une contre-pression unilatérale, mesurable par la hauteur de la colonne liquide, et nous analysons *comparativement* les urines sécrétées *dans le même temps* par l'un et l'autre rein.

» Les auteurs disent que chez le chien l'*excrétion* urinaire continue tant que la contre-pression ne dépasse pas 40^{cm} d'eau. Cette assertion n'est pas parfaitement exacte, car il y a des différences individuelles assez importantes; nous avons recontré des chiens chez lesquels, avec une contre-pression inférieure à 40^{cm} de liquide, l'excrétion urinaire était presque nulle, ou même tout à fait arrêtée, tandis que chez d'autres chiens elle avait lieu encore, malgré 55^{cm} de contre-pression, fort diminuée il est vrai.

» Mais nous avons surtout étudié les variations de quelques-uns des principes constituants de l'urine sécrétée par le rein soumis à la contre-pression. Le Tableau suivant met sous les yeux les résultats de quatre expériences que nous considérons comme parfaitement réussies, et que nous choisissons parmi une trentaine comme présentant chacune un type :

I. — Contre-pression faible (20^{cm}).

Durée de l'expérience, quatorze heures.

	Côté sain		Côté de la contre-pression		
	pour 1000.	Quantités absolues.	pour 1000.	Quantités absolues.	Rapport.
Quantité d'urine....	»	190	»	90	47
Urée..............	14,5	2,75	9,5	0,855	31
Sels..............	14,1	2,66	13,1	1,179	44
Chlore............	2,96	0,56	3,48	0,313	56

II. — Contre-pression forte (40^{cm}).

Durée de l'expérience, huit heures.

	Côté sain		Côté de la contre-pression		
	pour 1000.	Quantités absolues.	pour 1000.	Quantités absolues.	Rapport.
Quantité d'urine....	»	300	»	66	22
Urée..............	6,25	1,875	18,25	1,2045	64
Sels..............	16,9	5,07	17,2	1,1352	22
Chlore............	4,5	1,35	2,85	0,1881	13

III. — Contre-pression forte (45^{cm}).

Durée de l'expérience, deux heures.

	Côté sain		Côté de la contre-pression		
	pour 1000.	Quantités absolues.	pour 1000.	Quantités absolues.	Rapport.
Quantité d'urine....	»	73	»	11	15
Urée..............	2	0,146	11	0,121	88
Sels...............	12,8	0,9344	13,5	0,1485	16
Chlore............	4,8	0,35	4	0,044	12,5

IV. — Contre-pression forte (44^{cm}).

Durée de l'expérience, huit heures.

	Côté sain		Côté de la contre-pression		
	pour 1000.	Quantités absolues.	pour 1000.	Quantités absolues.	Rapport.
Quantités d'urine...	»	800	»	46	5,75
Urée..............	4,5	3,6	15,75	0,7245	20
Sels...............	17,4	13,92	26,0	1,196	8,7
Chlore............	6,62	5,29	7,72	0,355	6,7

» Il est à noter que dans toutes nos expériences nous avons sollicité la sécrétion de l'urine par des injections intra-veineuses d'eau salée à 5 pour 100. C'est ce qui explique la proportion assez forte du chlore dans toutes les urines.

» Les chiffres inscrits sous la rubrique *Rapport* expriment la relation existant entre les quantités absolues du côté de la contre-pression et celles du côté sain, chacune de ces dernières étant supposée égale à 100.

» *Rapports de la quantité d'urine.* — Ces rapports sont 47 dans l'expérience où la contre-pression était faible, et 5,75 dans l'expérience IV, où la contre-pression était forte. Il est exprimé par un chiffre intermédiaire dans d'autres cas de contre-pression forte et dans un certain nombre d'expériences de contre-pression moyenne que nous n'avons pas rapportées ici. *Il n'est pas en corrélation nécessaire avec le degré de la contre-pression.*

» *Rapports de l'urée.* — Dans l'expérience I (contre-pression faible), le rapport est 31, chiffre plus faible que 47, qui exprime le rapport de la quantité d'urine. Dans d'autres expériences, nous avons trouvé sensiblement égaux les rapports de l'urée et de la quantité d'urine. Nous croyons

que, en général, dans le cas de contre-pression *faible*, le rapport de l'urée n'est pas plus grand que celui de la quantité d'urine; en d'autres termes, que la quantité d'urée est plus diminuée que la quantité d'urine.

» Il en est autrement dans le cas de contre-pression *forte*. Ainsi, dans l'expérience II, $64 > 22$; dans l'expérience III, $88 > 15$, et, dans l'expérience IV, $20 > 5,75$. En d'autres termes, dans le cas de contre-pression forte, la quantité d'urée est moins diminuée que la quantité d'urine.

» *Rapports des sels*. — D'une manière générale, dans les contre-pressions faible et forte, leur rapport ne diffère pas sensiblement de celui de la quantité d'urine, sauf exceptions.

» *Rapports du chlore*. — Dans le cas de contre-pression faible, le rapport des chlorures est *supérieur* à celui des sels; il est, au contraire, *inférieur* dans le cas de contre-pression forte.

» *Rapport de l'acide phosphorique*. — Dans plusieurs expériences que nous ne rapportons pas ici, nous avons constamment trouvé le rapport de cet acide très inférieur à celui des sels. En d'autres termes, les phosphates passent moins bien du côté de la contre-pression que les sels en masse.

» *Rapport du sucre de canne*. — Dans quelques expériences où une solution de sucre de canne avait été injectée dans les veines pour favoriser la sécrétion de l'urine, le rapport du sucre n'a pas différé notablement de celui de la quantité d'urine.

» Il est clair que les rapports précédents n'ont pas la prétention de nous renseigner sur le phénomène de la *sécrétion pendant la contre-pression*, car la composition de l'urine, dans ce cas, est le *résultat* d'un double processus, à savoir, un de sécrétion et un de résorption. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques, en remplacement de feu M. *Hervé Mangon*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Des Cloizeaux obtient. . . . . . . 40 suffrages.
M. de Lacaze-Duthiers » . . . . 3 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Des Cloizeaux**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. M. le Président l'invite à prendre place au Bureau.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume portant pour titre : « C.-W. Borchardt's gesammelte Werke ». (Offert par l'Académie royale des Sciences de Prusse.)

2° La IIe Partie du Compte rendu de la 16e session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenue à Toulouse en 1887. (Présenté par M. Friedel.)

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Formule pour le calcul des longitudes par les chronomètres.* Note de M. **Caspari**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« On sait que la marche des chronomètres varie sous l'influence de diverses causes mécaniques, physiques et chimiques. On n'a réussi à bien dégager que la loi de l'action du temps et de la température : on a plusieurs méthodes pour en calculer les effets; nous supposerons qu'on les ait éliminés du résultat.

» Pour la détermination des positions géographiques par le transport du temps, il faut encore tenir compte des autres causes de variation. Une opération de ce genre ne donne de bons résultats que si elle commence et se termine au même point, ou en deux points déjà fixés en position relative. Après élimination des erreurs calculables, on trouvera généralement que la somme des diverses différences de longitude n'est pas égale au résultat qu'on aurait dû trouver; cette erreur, qui représente en bloc l'effet des causes inconnues, doit être répartie sur la traversée.

» Quoi que l'on fasse, le problème est indéterminé, cette indétermination étant resserrée dans des limites très étroites en pratique avec de bons instruments bien étudiés. Il s'agit de réduire le plus possible la part de l'arbitraire dans le choix de l'hypothèse à faire. La comparaison des montres entre elles ne fournit aucune relation nécessaire pour séparer ces effets : elle ne sert qu'à donner autant de longitudes distinctes qu'on a de chronomètres. Il suffit donc d'examiner le cas d'un seul chronomètre.

» Considérons la courbe qui a pour abscisses les temps et pour ordon-

nées les états absolus sur le méridien de départ. Les méthodes proposées jusqu'ici reviennent toutes à rendre cette courbe aussi continue que possible. Mais on calcule généralement la marche d'une relâche en la considérant comme constante et l'élément de courbe correspondant comme droit, ce qui rompt la continuité. Ainsi, quand on suppose que d'une relâche à l'autre la marche varie en progression arithmétique, la courbe se compose de deux droites raccordées par un arc de parabole tangent. Or les causes auxquelles est dû le changement de marche produisent leur plein effet dès qu'on prend la mer : la continuité *pratique* revient donc à supposer les marches de route constantes comme les marches de rade et à remplacer la courbe par une ligne brisée. D'autre part, l'ignorance où l'on est du mode d'action des forces perturbatrices conduit à traiter les erreurs résiduelles comme fortuites.

» Si le chronomètre était parfait, la courbe des états serait une droite. J'ai donc pensé qu'on obtiendrait le résultat le plus plausible en cherchant à réaliser la ligne brisée qui diffère le moins de la droite joignant les états extrêmes. Cette hypothèse paraît la plus simple et la plus naturelle, abstraction faite de toute considération de probabilités mathématiques.

» Partant du point o, on visite successivement les points 1, 2, 3, ..., auxquels on observe une ou plusieurs fois, puis on arrive au point M, dont la différence de longitude avec o est connue. On calcule avec une marche constante les longitudes approchées de 1, 2, 3, ...; il ne restera qu'à déterminer leurs erreurs x. Soient $C_0, C_1, C_2, \ldots, C_m$ les états ou corrections du chronomètre rapportés au méridien de o au moyen des longitudes approchées, qui sont comptées positivement vers l'ouest, les états vrais seront $C_0, C_1+x_1, C_2+x_2, \ldots, C_m$ aux époques $t_0, t_1, t_2, \ldots, t_m$, x_0 et x_m étant nuls.

» Si l'on appelle a la longueur d'un des éléments rectilignes considérés, μ son inclinaison sur l'axe des temps, $q = (C_p + x_p) - (C_{p-1} + x_{p-1})$ la différence de deux états consécutifs, τ l'intervalle $t_p - t_{p-1}$, on aura

$$\operatorname{tang}\mu = \frac{q}{\tau}, \quad a\cos\mu = \tau, \quad a^2 = \tau^2\left(1 + \frac{q^2}{\tau^2}\right).$$

Pour que la ligne brisée soit aussi voisine que possible d'une droite, sa longueur Σa doit être aussi courte que possible, ce qui revient ici au même que de chercher le minimum de Σa^2, c'est-à-dire encore celui de $\Sigma[(C_p + x_p) - (C_{p-1} + x_{p-1})]^2$.

» En prenant la différentielle totale et égalant à zéro les coefficients

des dx, on arrive à $m-2$ équations de la forme générale

$$C_{p-1}+C_{p+1}-2C_p=2x_p-x_{p-1}-x_{p+1},$$

dont les solutions, avec $x_0=x_m=0$, sont

$$mx_1=(m-1)C_0-mC_1+C_m,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$mx_p=(m-p)C_0-mC_p+pC_m,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$mx_{m-1}=C_0-mC_{m-1}+(m-1)C_m.$$

» Il est clair, d'ailleurs, que c'est bien un minimum qu'on a, car la fonction Σa^2 peut croître sans limite. Les intervalles de temps ont disparu ; la formule ne contient que les états multipliés par des nombres entiers, ce qui simplifie beaucoup les calculs.

» La forme de la solution indique qu'on peut se dispenser de chercher les longitudes approchées et prendre pour les C_p les états observés directement sur le temps local : les x_p seront les longitudes rapportées à 0. Puisqu'on a écarté la considération des marches, toutes les données du calcul ont le même degré de précision.

» En appliquant cette méthode à une série d'observations que j'ai faites en 1878, dans un voyage, aller et retour, entre Saïgon et Haï-Phong, avec quatre chronomètres, j'ai trouvé une correction de $2^s,45$ de la longitude admise pour Haï-Phong, ce qui diffère peu de la correction ($2^s,93$) que le télégraphe a donnée récemment à M. La Porte. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la position de Timbuktu (Tombouctou).* Note de M. **Caron**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La position de Timbuktu a été obtenue en partant, pour la longitude, de celle de Manambugu, 9°54′, qui a été donnée antérieurement par la mission Borgnis-Desbordes.

» Nous avons fait deux stations près de Timbuktu, l'une à Koïretago, à 27^{km} dans le sud de la ville, qui nous a donné 16°34′30″ de latitude; l'autre au mouillage dit de la Tortue, où nous avons obtenu pour latitude 16°25′ et pour longitude 5°21′30″. Ce mouillage est à $16^{km},8$ à l'ouest de la ville, sur laquelle on a pu prendre un relèvement.

» Nous avons conclu de ces données, pour la position approchée du centre de la ville : latitude 16°49′N., longitude 5°12′O.

» Cette position diffère notablement de celle qui a été donnée par Barth et qui figure dans l'*Index géographique* de la *Connaissance des Temps* (latitude 18°3′45″N., longitude 4°5′10″). Caillé a donné des résultats plus approchés ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Observations sur une Communication récente de M.* Cesaro. Note de M. **J.-L.-W.-V. Jensen**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note *Sur les fondements du calcul asymptotique* (*Comptes rendus* du 11 juin), M. Cesaro a fait quelques applications des théorèmes publiés dans ma Note *Sur une généralisation d'un théorème de Cauchy* (*Comptes rendus* du 19 mars; cf. *Comptes rendus* du 28 mai, p. 1520). Ayant démontré que $\frac{1}{n}\varphi(n)$, où $\varphi(n)$ désigne la fonction de Gauss (*Disquisitiones arithmeticæ*, art. 38), est égale en moyenne à $\frac{6}{\pi^2}$, c'est-à-dire que

$$\lim \frac{\varphi(1)+\frac{1}{2}\varphi(2)+\ldots+\frac{1}{n}\varphi(n)}{n}=\frac{6}{\pi^2}, \qquad \text{pour } n=\infty,$$

M. Cesaro se demande si l'on pouvait, de ce résultat, déduire que $\varphi(n)$ devait être asymptotique à $\frac{6}{\pi^2}n$, et il croit pouvoir donner une réponse affirmative à cette question. Cette affirmation me semble incorrecte.

» Si la fonction $\varphi(n)$ est asymptotique à $\frac{6}{\pi^2}n$, cela veut dire que l'on a

$$\varphi(n)=(1+\varepsilon_n)\frac{6}{\pi^2}n,$$

où $\lim \varepsilon_n = 0$ pour $n=\infty$; d'où il suit que

$$\frac{1}{n}\varphi(n)=(1+\varepsilon_n)\frac{6}{\pi^2},$$

et $\frac{1}{n}\varphi(n)$ devait alors être *asymptotique* à $\frac{6}{\pi^2}$, tandis que M. Cesaro a seule-

ment prouvé que $\frac{1}{n}\varphi(n)$ est *moyennement égale* à $\frac{6}{\pi^2}$. Il est maintenant *impossible* que la fonction $\frac{1}{n}\varphi(n) = \left(1-\frac{1}{p}\right)\left(1-\frac{1}{q}\right)\cdots$, où $p, q, \ldots$ désignent tous les diviseurs premiers du nombre n, puisse être asymptotique à $\frac{6}{\pi^2}$, puisqu'on peut trouver une infinité de valeurs de n qui rendent $\frac{1}{n}\varphi(n)$ aussi petite qu'on le voudra. Il me semble donc que M. Cesaro a confondu des notions très différentes, et la démonstration essayée par lui fait clairement voir cela.

» Il suppose que

$$\lim \frac{F(1)+F(2)+\ldots+F(n)}{n} = \sigma;$$

d'où il tire très justement, en appliquant un de mes théorèmes, que l'on a

$$\lim \frac{F(1)+2^r F(2)+\ldots+n^r F(n)}{n^{r+1}} = \frac{\sigma}{r+1},$$

où du reste $(r+1)$ doit être positif; mais, *si la fonction* $F(n)$ *est moyennement égale à* σ, on n'a pas, comme il le suppose, le droit d'en conclure que *la fonction* $n^r F(n)$ *est asymptotique à* σn^r; car, en supposant $r = 0$, ce qui est permis, on arriverait à la conclusion erronée : *si la fonction* $F(n)$ *est moyennement égale à* σ, *la fonction est asymptotique à* σ. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la détermination des constantes et du coefficient dynamique d'élasticité de l'acier.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Sarrau.

« Reprenons la formule indiquée dans une précédente Communication (voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 27), formule qui donne le nombre des vibrations d'un disque :

$$(1) \qquad n = f(\theta, d, c)\sqrt{\frac{q}{3\delta}\,\frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}\,\frac{e}{l^2}}.$$

La fonction f a, pour le son fondamental du disque, la forme $\frac{4}{\pi}x_{2,0}^2$, et pour le premier harmonique la forme $\frac{4}{\pi}x_{0,1}^2$, $x_{d,c}$ représentant d'une manière générale les racines réelles et positives, rangées par ordre de gran-

deur, de l'équation

$$o = \left(4\frac{1+2\theta}{1+\theta} - 1\right)d^2(d-1) - A_1x^4 + A_2x^8 - A_3x^{12} + \ldots,$$

où A_k est une fonction algébrique de $\theta = \frac{\lambda}{2\mu}$ et de d, nombre des nodales diamétrales.

» Voici, calculées d'après les formules de Kirchhoff (*Comptes rendus*, t. XXIX, p. 754), les valeurs de $x^2_{2,0}$ et de $x^2_{0,1}$ pour les principales valeurs de θ entre 0,5 et 1 :

θ....	0,5.	0,6.	0,7.	0,8.	0,838.	0,9.	1.
$x^2_{2,0}$..	1,377	1,361	1,347	1,334	1,330	1,323	1,312
$x^2_{0,1}$..	2,224	2,234	2,243	2,251	2,2534	2,260	2,268

» Cela posé, en tirant de l'équation (1) la valeur du coefficient d'élasticité q, en y introduisant, au lieu de la densité δ, sa valeur en fonction du poids P, de l'épaisseur e, du diamètre l du disque en expérience, on a

$$(2) \qquad q = \frac{n^2 l^2 P}{e^3}\frac{3\pi}{g}\frac{1}{x^4_{d,c}\frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}}.$$

» En remplaçant successivement n par n_0 et n_1 et, en même temps, $x_{d,c}$ par $x_{2,0}$ et $x_{0,1}$, on aura les valeurs q_0 et q_1 du coefficient d'élasticité déterminé à l'aide du son fondamental et du premier harmonique.

» J'ai fait cette détermination pour les six disques définis dans ma précédente Communication, après avoir déterminé expérimentalement, comme on l'a vu, n_0, n_1 et θ pour chacun d'eux. D'ailleurs, ces disques ayant un diamètre de 200^{mm}, une épaisseur de 4^{mm}, un poids d'environ 1^{kg}, la mesure des quantités l, P et e a pu être faite avec une précision d'au moins $\frac{1}{400}$ pour la plus difficile à mesurer, e, et beaucoup plus grande pour les autres.

» Voici le Tableau de ces mesures pour les six disques :

Disques.	P.	l.	e.	n_0.	n_1.	$\theta = \frac{\lambda}{2\mu}$.
	kg	mm	mm			
Très doux......	0,9929	200	4,035	528	903	0,9
»	0,9916	200	4.035	526,8	901	0,9
Mi-doux.......	0,9885	200	4,028	530	899,4	0,838
»	0,9901	200	4,024	530,4	898,8	0,838
Dur...........	0,9880	200	4,028	524,65	906	1
»	0,9887	200	4,032	524,4	906,2	1

» Voici maintenant le Tableau des valeurs correspondantes des coefficients q_0 et q_1 :

1. Disques d'acier.	2. q_0.	3. Moyennes.	4. q_1.	5. Moyennes.	6. Moyennes de q_0 et q_1.
Très doux........	20740	20680	20789	20729	20705
»	20620		20669		
Mi-doux.........	20815	20902	20885	20920	20911
»	20990		20955		
Dur.............	20645	20612	20605	20586	20599
»	20580		20567		

» Ces résultats donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Il y a une concordance complète entre les coefficients q_0 et q_1 pour chaque disque, les nombres des colonnes 3 et 5 sur une même horizontale ne différant entre eux que de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{2}{1000}$ de leur valeur moyenne.

» 2° L'acier qualifié *mi-doux* a sa composition chimique et celles de ses propriétés physiques constatées *au delà de la limite d'élasticité* intermédiaires entre celles des aciers *doux* et *durs ;* mais il n'en était pas de même déjà ni pour le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ des constantes élastiques (voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 28), ni pour les coefficients d'élasticité moyens, déduits de l'allongement, 19600, 19750, 20685 (*loc. cit. :* 19750 correspond à l'acier mi-doux).

» Il n'en est pas de même non plus pour les coefficients d'élasticité dynamique, ainsi qu'on le voit à la colonne 6 du Tableau ci-dessus. Cette anomalie, qui va de 1 à 1,5 pour 100, ne peut être, je crois, attribuée à des erreurs d'expérience, mais plutôt à ce que les aciers dits *mi-doux* auraient une composition et une constitution moins bien définies et moins régulières que les deux autres.

» 3° Comme on l'a vu pour les rapports $\frac{\lambda}{\mu}$, et beaucoup plus encore, les coefficients d'élasticité d'aciers aussi différents que le sont les aciers *très doux* et *durs* sont presque identiques ; ils ne diffèrent que des 0,005 de leur valeur moyenne (colonne 6).

» Il semble donc résulter de l'ensemble de ces études sur des aciers bien définis, et considérés, au point de vue physique, chimique et industriel, comme très différents, qu'il y aurait lieu de distinguer nettement les propriétés *élastiques* proprement dites manifestées dans des phénomènes,

vibratoires ou autres, où les déformations ne sont pas permanentes, de leurs propriétés physiques accompagnées de déformations permanentes, telles que la *limité d'élasticité* et la *charge de rupture* par exemple. Celles-ci varient beaucoup d'un acier à l'autre. Les premières, au contraire, varieraient très peu; elles seraient caractérisées par un coefficient d'élasticité unique, ou à peu près, soit qu'on le déduise de mesures statiques d'allongement, comme l'indiquent (malgré les réserves faites précédemment à leur sujet) les coefficients 19600 et 20685 trouvés au Creuzot et cités plus haut, soit qu'on le déduise de mouvements vibratoires, comme on le voit au Tableau ci-dessus : ce coefficient peut être considéré comme égal à 20700 à la température de 15°.

» D'autre part, il y aurait deux constantes λ et μ réellement différentes dans les divers aciers; mais leur rapport varierait très peu. »

ACOUSTIQUE. — *Sur la propagation du son produit par les armes à feu.* Note de M. DE LABOURET, présentée par M. Sarrau.

« L'augmentation apparente de la vitesse du son, constatée pendant le tir des projectiles animés de grandes vitesses, peut être expliquée, comme l'avait indiqué M. Journée dans une précédente Communication [1], en admettant que le projectile est à tout instant de son mouvement le centre d'un ébranlement sonore. Il en résulte que le premier son entendu après le tir d'une arme, par un observateur placé à distance, n'est pas le son de la détonation, mais le son émis par le projectile en un certain point de sa trajectoire; ce point est géométriquement défini [2], ainsi que je l'ai établi dans une première Communication, par la condition que la droite qui le joint à l'observateur fait, avec la direction de la tangente à la trajectoire en ce point, un angle dont le cosinus est égal au rapport de la vitesse du son à la vitesse du projectile.

» Les formules usitées en Balistique permettent, à l'aide de cette propriété, de calculer par approximations successives l'intervalle de temps séparant, pour un observateur placé dans des conditions connues, le moment du tir de l'arme de l'audition de la première onde sonore perçue par lui.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 244.
(2) *Ibid.,* t. CVI, p. 934.

» Ces calculs ont été appliqués à deux groupes d'expériences :

» 1° Une série de tirs, faits au camp de Châlons [1] avec des fusils, en écartant plus ou moins l'observateur de la direction du tir et enregistrant au moyen de chronographes le temps écoulé depuis le départ du coup jusqu'à l'audition de la première onde perçue ;

» 2° Une série d'expériences faites à la Commission de Gavres, pour l'essai d'un télémètre fondé sur la vitesse du son : les résultats de ces essais comportent des mesures de durées faites comparativement avec l'instrument essayé et avec des chronomètres à pointage.

» Pour la première série d'expériences, la position de l'observateur est indiquée par deux coordonnées ρ et ω, en la rapportant à la bouche du fusil et à la direction du tir.

» Pour la deuxième série, on a rapporté la position de l'observateur à trois plans : le plan horizontal passant par le centre de la bouche de la pièce, le plan vertical de tir, et un plan perpendiculaire aux deux premiers. Les distances de l'observateur à ces trois plans sont désignées respectivement par l, k, h.

Première série.

Vitesse initiale.	Observateur ρ.	Observateur ω.	Durées calculées.	Durées observées.	Écarts.	Vitesses apparentes du son calculées.	Vitesses apparentes du son observées.
Vitesse du son : $345^m,55$.							
Fusil modèle 1874. Calibre, 11^{mm}.							
435^m	$49^m,55$	35′	$0^s,1150$	$0^s,1151$	$-0^s,0001$	$430^m,86$	$430^m,49$
275	50,00	35′	0,1446	0,1446	0,0000	345,55	345,55
275	50,00	35′	»	0,1448	−0,0002	345,55	345,30
Fusil modèle 1886. Calibre 8^{mm}.							
625	49,55	35	0,0805	0,0828	−0,00023	615,52	598,42
675	49,55	35	0,0746	0,0772	−0,0026	663,61	641,84
625	49,55	55°29′	0,1433	0,1436	−0,0003	345,77	345,05
675	49,55	55°29′	0,1431	0,1450	−0,0019	346,26	341,72

[1] Les résultats de ces tirs sont empruntés à une Note de M. Journée, en date du 25 octobre 1887, sur les expériences relatives à la vitesse du son émis par les armes à feu.

Vitesse initiale.	Observateur ρ.	Observateur ω.	Durées calculées.	Durées observées.	Écarts.	Vitesses apparentes du son calculées.	Vitesses apparentes du son observées.
			Vitesse du son : 346m,5.				
			Fusil modèle 1886. Calibre, 8mm.				
695m	200m,06	34′,30	0s,3290	0s,3437	—0s,0147	608m,08	588m,20
645			0,3500	0,3660	—0,0160	571,60	546,61
			Fusil modèle 1874. Calibre, 11mm.				
445	200,06		0,5090	0,5150	—0,0060	393,10	388,46
270				0,5940	—0,0170		336,80
275				0,5870	—0,0100		341,51
200	200,47	34,30	0,5770	0,5880	—0,0110	346,5	340,94
Sans balle..				0,5940	—0,0170		337,48
Sans balle..	200,07			0,5880	—0,0110		340,94
			Vitesse du son : 340m,5.				
			Fusil modèle 1886. Calibre, 8mm.				
625........		35,30	0,0813	0,0822	—0,0009	615,00	608,27
670........			0,0759	0,0774	—0,0015	658,76	645,75
670........		5°8′	0,0856	0,0945	—0,0089	584,11	529,10
670........	50,00	14°40′	0,1042	0,1141	+0,0001	479,84	438,23
670........		30°0′	0,1279	0,1321	—0,0042	390,93	378,55
670........		44°40′	0,1430	0,1458	—0,0028	349,64	342,93
Sans balle..			0,1469	0,1523	—0,0054	340,50	328,88
			Fusil modèle 1874. Calibre, 11mm.				
430........			0,1167	0,1190	—0,0023	428,44	420,17
Sans balle..		35′,30		0,1476	—0,0017		338,75
Sans balle..	50,00		0,1469	0,1491	—0,0022	340,50	335,35
225........		2°20′		0,1467	+0,0002		340,83

Seconde série

Vitesse initiale.	Angle de tir.	Observateur *h*.	Observateur *k*.	Observateur *l*.	Durées calculées.	Durées observées.	Écarts.	Vitesse apparente du son calculées.	Vitesse apparente du son observées.
					Vitesse du son : 333m,1.				
					Canon de 10cm.				
460m ..	8°.30′	2050m	144m	+3m	5s,503	5s,512	—0s,009	373m,44	372m,82
460 ..	11	2550	100	+5	6,921	6,924	—0,003	368,87	368,71

Vitesse initiale.	Angle de tir.	Observateur *h*.	*k*.	*l*.	Durées calculées.	observées.	Écarts.	Vitesse apparente du son calculées.	observées.
				Canon de 14cm.					
545m..	8°.5′	2000m	100m	+5m	4s,713	4,504	+0s,195	443m,66	462m,25
				Canon de 24cm.					
650..	15	8187	250	+5	21,105	20,990	+0,115	388,10	390,23
				VITESSE DU SON : 332m,5.					
				Canon de 16cm.					
537..	7.45	2550	120	+5	6,037	5,825	+0,212	422,88	438,28

» Si l'on tient compte du degré de précision qu'il était possible d'obtenir avec chacun des modes d'observation employés, on voit que, dans l'un et l'autre cas, les résultats observés s'accordent convenablement avec les prévisions du calcul. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode pour la mesure de la résistance électrique des sels fondus*. Note de MM. **E. Bouty** et **L. Poincaré**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode employée précédemment par l'un de nous, pour la mesure de la résistance électrique des solutions salines, consiste essentiellement à prendre, au moyen de flacons électrodes, la différence de potentiel entre les extrémités d'une colonne capillaire de liquide, contenue dans un tube enroulé et terminé par des entonnoirs. Ce tube est maintenu à température constante dans un bain isolant.

» Si l'on veut appliquer la même méthode aux sels fondus, par exemple entre 300° et 500°, on est arrêté par de graves difficultés. On a d'abord à écarter les dérivations du courant principal, qui se produisent à haute température à travers l'épaisseur du verre devenu bon conducteur. Si l'on chauffe le tube à résistance dans un bain de sel fondu, dès 350°, le résultat des mesures peut être altéré presque de moitié par le fait de ces dérivations; d'ailleurs, on ne peut songer à employer un bain d'huile ou de toute autre substance organique isolante, qui serait décomposée à des températures aussi élevées.

» En second lieu, les flacons électrodes ne peuvent être employés directement. Si on les remplace par des électrodes parasites en platine, on est gêné par les polarisations irrégulières qu'elles contractent au courant des mesures, et la précision de la méthode est perdue.

» Pour obvier à ces difficultés, nous chauffons le tube à résistance au bain d'air et nous établissons la communication des flacons électrodes avec le sel fondu par l'intermédiaire d'électrodes d'amiante, de disposition spéciale.

» 1° *Bain d'air.* — Le tube à résistance A est de forme très ramassée. L'enceinte qui le contient comprend deux creusets de fer concentriques, C, *c*, prolongés à leur partie supérieure par des entonnoirs cylindriques et séparés par une couche d'air. Le creuset extérieur C est chauffé par un paquet de becs Bunsen dont la flamme, réglée à volonté, peut l'envelopper à peu près complètement. Le tube A est environné d'un sac d'amiante; il est supporté par un panier en toile métallique P qui se place au fond du creuset *c*.

» La température de la résistance liquide varie très lentement; elle n'est pas rigoureusement uniforme dans toute la masse, mais sa valeur moyenne est suffisamment indiquée par un thermomètre placé au centre du panier. Au-dessous de 390°, nous avons employé un thermomètre à mercure, portant des divisions jusqu'à 400° et comparé au thermomètre à air; au delà, nous n'avons plus fait usage que du thermomètre à air.

» 2° *Électrodes d'amiante.* — Le tube d'un flacon électrode ordinaire plonge dans un vase isolé B, contenant une solution du sel sur lequel on opère. Ce vase est muni d'un long tube à robinet fermé par un gros tampon d'amiante, dont l'extrémité filiforme pénètre dans l'entonnoir du tube à résistance A; l'amiante est donc imprégnée de dissolution saline à sa partie supérieure, de sel fondu à sa partie inférieure; on la maintient aisément à un degré constant d'humidité, par un réglage convenable de la pression. Le fil terminal doit toujours demeurer parfaitement flexible, sans que l'eau puisse arriver à l'intérieur du tube à résistance.

» On s'est assuré que, dans les conditions ordinaires de réglage, le système de ces électrodes n'est le siège d'aucune force électromotrice parasite supérieure à $\frac{1}{1000}$ de daniell.

» Pour diminuer le plus possible les variations accidentelles de la polarisation, et par suite de l'intensité du courant pendant une mesure, nous introduisons dans le circuit une force électromotrice et une résistance totale assez considérables et nous attribuons aux électrodes la plus grande capacité possible [1].

---

[1] Nous employons des électrodes de platine platiné de 6^{cmq} à 7^{cmq} de surface.

» Grâce à ces précautions, les mesures de résistance sont d'une régularité parfaite; elles peuvent être considérées comme approchées à moins de $\frac{1}{200}$ près. La seule difficulté qui subsiste est relative à la fixation exacte de la température, beaucoup plus difficile ici que dans le cas des sels dissous.

» Voici, à titre d'exemple, les résultats fournis par l'azotate de potasse pur. Les valeurs des résistances spécifiques sont déduites de la comparaison des résistances d'un même tube rempli successivement d'azotate de potasse fondu et d'une solution normale de chlorure de potassium dont la résistance spécifique est connue en valeur absolue.

» Dans le Tableau suivant, nous désignons par

t la température correspondant au thermomètre à air;
r la résistance spécifique en ohms (¹);
c la conductibilité spécifique $\frac{1}{r}$.

		c		
t.	*r.*	observé.	calculé.	Différence.
335°	1,516	0,6574	0,6698	+ 0,0124
340	1,464	0,6830	0,6879	+ 0,0049
345	1,420	0,7042	0,7060	+ 0,0018
350	1,381	0,7241	0,7241	admis
355	1,346	0,7429	0,7422	— 0,0007
360	1,314	0,7610	0,7603	— 0,0007
365	1,284	0,7787	0,7784	— 0,0003
370	1,255	0,7967	0,7965	— 0,0002
375	1,227	0,8149	0,8146	— 0,0003
380	1,200	0,8333	0,8327	— 0,0006
385	1,175	0,8510	0,8508	— 0,0002
390	1,151	0,8688	0,8689	+ 0,0001
433,5	0,971	1,0298	1,0264	— 0,0034
513	0,780	1,2820	1,3141	+ 0,0321

» Ces résultats sont suffisamment d'accord avec ceux que M. Foussereau (²) avait antérieurement obtenus entre 329° et 355° par une méthode différente.

(¹) De 335° à 390°, les valeurs de *r* indiquées ont été relevées sur une courbe construite au moyen des observations.

(²) FOUSSEREAU, *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. V, p. 357. Voici les valeurs de *r* indiquées par M. Foussereau, en regard de celles que nous avons obtenues :

t.	F.	B et P.	Différence.
329°	1,66	»	»
335	1,57	1,516	— 0,054
344	1,47	1,428	— 0,042
355	1,31	1,346	+ 0,036

» Les valeurs calculées de c ont été obtenues par la formule

$$c = 0,7241[1 + 0,005(t - 350)];$$

elles coïncident parfaitement avec les valeurs observées, sauf au voisinage immédiat du point de fusion et de la température à laquelle le sel commence à se décomposer (vers 515°). »

ÉLECTRICITÉ. — *Suite des recherches actino-électriques.* Note de M. A. Stoletow, présentée par M. Mascart.

« Pour être en état d'étudier les courants actino-électriques dans différents gaz et vapeurs et sous diverses pressions, j'ai fait construire l'appareil suivant, où l'on reconnaît le *condensateur à réseau* de mes expériences antérieures ([1]), modifié suivant le but proposé.

» C'est une boîte cylindrique, de 46^{mm} de hauteur et 87^{mm} de diamètre extérieur. La paroi cylindrique est en verre couvert de gomme laque; les bases sont formées, d'un côté par un anneau métallique qui porte une belle plaque de quartz (69^{mm} de diamètre, 5^{mm} d'épaisseur), de l'autre côté par une pièce de métal dans laquelle tourne une vis micrométrique (un pas $= 0^{mm},36$) à tambour divisé. L'extrémité intérieure de la vis porte un disque bien plan, en laiton argenté, à peu près de même diamètre que le quartz : c'est l'armature négative du condensateur. La surface intérieure du quartz est argentée et rayée à la manière d'un réseau de diffraction : c'est l'armature positive.

» En se servant d'un quartz, on a été contraint de diminuer la superficie des armatures; mais, en revanche, on gagne à avoir un réseau plus parfait, et l'on peut rapprocher les armatures à des distances très petites, qui se laissent mesurer avec précision. Par les deux orifices pratiqués dans la boîte, on peut la remplir d'un gaz quelconque et sous la pression voulue.

» Quelques expériences préliminaires ont été faites avec cet appareil. La distance des armatures ($0^{mm},72$) et la force électromotrice (100 éléments zinc-eau-cuivre) restaient toujours les mêmes. A l'aide d'une pompe à pistons, combinée à une trompe de Sprengel, on remplissait la boîte de différents gaz desséchés et l'on mesurait le courant actino-électrique, en levant l'écran de la lanterne. L'isolation était très soignée et la perte élec-

([1]) *Comptes rendus*, 16 avril 1888, p. 1149, et 4 juin 1888, p. 1593.

trique ordinaire (à écran baissé) insignifiante, même aux plus grandes raréfactions. Comme l'intensité de l'arc voltaïque changeait de temps en temps, un condensateur de contrôle (disque et toile dans l'air) était installé devant la même lampe; on reliait la pile et le galvanomètre alternativement au nouvel appareil et au condensateur de contrôle, et l'on réduisait les observations d'après les indications de celui-ci.

» Dans les conditions de mes expériences, je n'ai pas trouvé de différences considérables entre l'air sec, l'air humide et l'hydrogène à pression ordinaire, tandis que pour l'acide carbonique le courant était presque deux fois plus grand. En observant l'influence des rayons sur les décharges à étincelles, M. E. Wiedemann avait déjà constaté qu'elle est beaucoup plus prononcée dans l'acide carbonique que dans l'air [1].

» J'ai étudié plus spécialement l'air et l'acide carbonique secs, en diminuant la pression jusqu'à la limite extrême. Le caractère général du phénomène reste le même pour les deux gaz : le courant actino-électrique croît d'abord, atteint un maximum à 3^{mm} ou 4^{mm} de pression et diminue ensuite. Cela s'accorde bien avec ce qu'avait obtenu M. Arrhenius, en opérant avec l'air raréfié dans des circonstances assez analogues [2]. La valeur maxima du courant est 4-6 fois plus grande que celle qui correspond à la pression ordinaire : la variation du courant est donc beaucoup moins rapide dans mes expériences que dans celles de M. Arrhenius. Même aux extrêmes raréfactions que j'ai pu atteindre, le courant actinique était loin de devenir nul; je ne saurais dire, pour le moment, si cela tenait à l'imperfection du vide ou bien à la sensibilité de mon appareil.

» Je me propose de continuer ces recherches. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les détonations qui se produisent spontanément dans l'électrolyse de l'eau par les courants alternatifs*. Note de MM. **G. Maneuvrier** et **J. Chappuis**, présentée par M. Lippmann.

« I. Lorsque, dans l'électrolyse de l'eau par les courants alternatifs, on cherche à recueillir les gaz à l'aide du dispositif ordinaire, c'est-à-dire en

---

(1) *Annales de Wiedemann*, Bd. XXXIII, p. 259; 1888.

(2) *Ibid.*, p. 640. Pour les décharges à étincelles dans l'air, l'effet actinique le plus frappant s'obtient entre 300^{mm} et 400^{mm} de pression, selon M. E. Wiedemann (*ibid.*, p. 251).

coiffant directement les électrodes en platine avec les cloches à gaz, l'expérience se termine invariablement par une explosion. Le gaz tonnant, qui s'est dégagé à chaque électrode, détone spontanément au moment où, par suite du remplissage de la cloche, le fil de platine émerge du liquide presque totalement. La détonation est plus ou moins forte suivant le volume des gaz accumulés dans la cloche. Elle peut se réduire à une série de légers crépitements, accompagnés de petites flammes violettes sur les électrodes; elle peut, au contraire, être très bruyante, avec rupture de l'appareil et projection d'éclats de verre et d'eau acidulée. Il suffit que le volume gazeux ait atteint 25^{cc} à 30^{cc} pour qu'elle devienne dangereuse. Elle arrive plus ou moins vite, suivant la vitesse plus ou moins grande du dégagement gazeux; mais elle arrive toujours. Ce n'est pas un fait accidentel, mais un fait normal et inévitable, dans les conditions ordinaires de cette électrolyse. Nous l'avons rencontré, comme un obstacle, au début de nos recherches, et nous n'avons pu continuer celles-ci qu'après en avoir déterminé les causes par des expériences préalables, et en avoir prévenu les effets à l'aide d'un dispositif particulier.

» II. Deux éminents physiciens avaient, longtemps avant nous, observé et étudié des phénomènes analogues : de la Rive, en 1837, et Bertin, en 1857. C'est dans leurs expériences que nous avons cherché tout d'abord l'explication des nôtres.

» De la Rive lançait dans l'eau acidulée d'un voltamètre les courants alternatifs d'une machine magnéto-électrique. Il constata que les électrodes en platine se recouvraient au bout d'un certain temps de *platine pulvérulent;* introduites alors dans une cloche pleine de gaz tonnant, elles en provoquaient l'explosion. Les mêmes effets étaient obtenus avec des électrodes en palladium et des électrodes en or. Ces phénomènes se réduisaient donc pour lui à une manifestation de ce qu'on a appelé *la force catalytique* du platine.

» Bertin a produit des explosions de gaz tonnant par une autre méthode et les a étudiées d'une manière plus approfondie. Il décomposait l'eau acidulée par le courant continu d'une pile de 50^{el} Bunsen, et il recueillait les deux gaz sous une même cloche. Le voltamètre était disposé de manière qu'on pût à volonté faire varier la nature des électrodes. Il a observé que, lorsque l'éprouvette à gaz était presque entièrement pleine, tantôt le mélange détonait spontanément avec certaines électrodes (Pt et Pt, Pt positif et Fer négatif, etc.), tantôt il ne détonait pas avec certaines autres (Pt et Cuivre, ou bien Pt négatif et un métal oxydable positif). Pour lui, la

cause de l'explosion n'était donc pas la force catalytique du platine, puisque d'autres métaux la provoquent; ce n'était pas non plus l'échauffement des électrodes, qui, dans ses expériences, « était peu considérable ». Il fallait, disait-il, « rattacher ces phénomènes à la polarisation des électrodes dont » ils sont la manifestation grandiose et inusitée ».

» III. Ni l'une ni l'autre de ces explications ne saurait s'appliquer à nos phénomènes, qui sont d'ailleurs notablement différents de ceux de de la Rive et de Bertin. Toutefois, l'un et l'autre des faits qu'ils ont signalés peuvent intervenir, dans une certaine mesure, comme circonstance favorable à l'explosion, mais nullement comme cause déterminante.

» De même que de la Rive, nous avons constaté un enduit noir qui recouvre à la longue les électrodes et qui pourrait être du platine pulvérulent ou du noir de platine; mais sa présence n'est pas nécessaire pour l'explosion, puisque celle-ci se produit, bien avant son apparition, dans la première éprouvette remplie de gaz par une électrode toute neuve.

» De même que Bertin, nous avons produit nos explosions avec des électrodes différentes du platine, par exemple avec des fils de cuivre et des baguettes de charbon Carré : l'intervention de la *force catalytique* du platine n'est donc pas nécessaire. Mais elles ne sont pas davantage déterminées par un état particulier, électrique ou autre, de la surface du métal, qui proviendrait de son contact prolongé avec les gaz qu'il a dégagés. En effet, si l'on remplit préalablement une cloche de gaz tonnant, à l'aide d'une électrode neuve, puis qu'on substitue à celle-ci une autre électrode neuve, le gaz détone instantanément, dès qu'on lance le courant, pourvu que *la portion d'électrode immergée* soit *suffisamment courte*.

» IV. Le mécanisme de ces explosions nous a paru être tout autre et beaucoup plus simple. Le gaz de nos éprouvettes doit détoner, comme tous les mélanges détonants, dès qu'il est mis en contact par un ou plusieurs points avec un corps incandescent. Or l'électrode peut évidemment devenir incandescente par suite de son émersion progressive du liquide; car elle est soumise, de ce chef, à trois causes d'échauffement progressif : d'abord l'accroissement de densité du courant, puis l'accroissement de résistance au passage, enfin la suppression du refroidissement au contact du liquide. Nous avons pu, en effet, rendre cette incandescence *visible*, par plusieurs expériences :

» 1° Nos électrodes sont constituées par un fil de platine placé dans l'axe d'un tube recourbé en siphon; l'un des bouts du platine est soudé à un fil de cuivre qui amène le courant; l'autre bout, soudé au verre, en

émerge sur une longueur de $0^m,04$, et constitue, à proprement parler, l'électrode. Or, nous avons souvent observé que le bout contenu dans le verre, et ainsi soustrait à l'action réfrigérante du liquide, devient incandescent au moment de l'explosion.

» 2° Une de ces électrodes ayant été rompue, un bout presque imperceptible sortait du verre. Cette pointe devenait incandescente dès qu'on lançait le courant, et les bulles de gaz tonnant, qui provenaient de l'électrolyse, s'enflammaient à son contact au fur et à mesure de leur dégagement.

» 3° On peut reproduire à volonté cette dernière expérience. Il suffit de placer les électrodes, non plus de bas en haut dans le liquide, mais de haut en bas, par la surface libre, et de les enfoncer plus ou moins. Si l'on n'introduit que les pointes, on voit l'incandescence s'y produire aussitôt, avec l'inflammation des gaz de l'eau qui s'y dégagent.

» V. Il résulte de cette explication que toutes les circonstances qui faciliteront l'échauffement des électrodes dans le liquide devront accélérer l'incandescence et par suite l'explosion des gaz : telles sont l'accroissement d'intensité du courant et la diminution de la surface des électrodes. Ainsi, avec des fils de platine de $\frac{5}{10}$ de millimètre de diamètre, la détonation dans une cloche n'a pas lieu avant que le gaz ait refoulé le liquide jusqu'à 5^{mm} du point d'émergence; elle a lieu, au contraire, à une distance de 25^{mm}, pour des électrodes de $\frac{2}{10}$.

» Inversement, toutes les circonstances qui atténueront l'échauffement retarderont l'explosion, et elles la supprimeront tout à fait si elles empêchent l'incandescence : tel est, en particulier, le refroidissement des électrodes obtenu par leur contact *permanent* avec le liquide électrolysé. C'est un dispositif expérimental réalisant cette condition qui nous a permis de prévenir toute incandescence, et par suite toute explosion des gaz recueillis. Il consiste simplement à coiffer les électrodes, non plus avec les cloches elles-mêmes, mais avec un entonnoir conique ou cylindrique, surmonté d'un petit tube droit abducteur sur lequel on pose les cloches à gaz. Celles-ci peuvent alors se remplir sans que les électrodes cessent jamais d'être immergées complètement. Ce dispositif, ou tout autre réalisant la même condition, suffira pour écarter tout danger dans la manipulation du gaz tonnant qui se dégage dans ce genre d'électrolyse. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les procédés de tirage des coups de mine dans les mines à grisou.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Berthelot.

« Les beaux travaux de M. Berthelot, de MM. Sarrau et Vieille ont permis de se rendre un compte exact des propriétés des substances explosives. Jusqu'à présent, cependant, on s'est occupé principalement de ces substances au point de vue des effets mécaniques, laissant de côté, comme un élément de second ordre, la température des gaz au moment de la détonation et avant qu'ils aient eu le temps de se refroidir, même partiellement.

» Cette température peut être calculée en appliquant aux gaz produits par la réaction les valeurs, croissantes avec la température, des chaleurs spécifiques gazeuses, telles qu'elles résultent de nos expériences antérieures (*Comptes rendus*, 1882, et *Annales des Mines*, 1883).

» On peut vérifier l'exactitude des températures ainsi calculées, en les comparant aux observations faites par divers observateurs, et notamment par MM. Sarrau et Vieille, de la pression développée en vase clos par la détonation des explosifs.

» En effet, lorsque la température est élevée et que le volume des gaz n'est pas trop petit, on peut calculer cette pression P par la formule

$$(1) \qquad P = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta},$$

déduite de l'expression caractéristique des gaz due à Clausius, et dans laquelle il faut faire

$$(2) \qquad f = \frac{1{,}0333\, v_0\, T}{273\,\varpi} \quad \text{et} \quad \alpha = \frac{u v_0}{\varpi}.$$

» Δ est la densité de chargement, c'est-à-dire $\frac{\varpi}{V}$, ϖ étant le poids de l'explosif, en kilogrammes, V le volume de l'éprouvette, en litres, dans laquelle il détone; P est la pression développée dans l'éprouvette, en kilogrammes, par centimètre carré; T est la température absolue de détonation; v_0 le volume, en litres, des gaz de l'explosion ramené à 0° et à la pression atmosphérique; u est un coefficient qu'on appelle le *covolume*. Des valeurs de ce coefficient, calculées pour différents gaz par M. Sarrau au moyen des expériences de M. Amagat, nous avons été amenés à penser que ce coefficient devait avoir, exactement ou à très peu près, la même valeur pour tous les gaz, et nous avons admis cette valeur égale à 0,001.

» Nous avons constaté que les expériences de MM. Sarrau et Vieille, sur les pressions développées par la cellulose undécanitrique, l'azotate d'ammoniaque, le mélange de 60 parties de cellulose undécanitrique et de 40 parties d'azotate d'ammoniaque, vérifient très exactement l'expression (1), ce qui démontre que la loi du covolume reste applicable, même à des températures voisines de 3000° et à des pressions de plus de 7000^{atm}. Depuis les températures et les pressions les plus basses jusqu'à ces températures et ces pressions considérables, les choses se passent donc, au moins pour les gaz qu'on peut rencontrer dans les produits de la détonation des explosifs, *comme si les molécules gazeuses avaient un volume invariable, le même pour toutes, et à très peu près égal au millième du volume gazeux à zéro sous la pression atmosphérique.*

» Nous avons constaté en outre que, pour les explosifs dont les gaz contiennent, par rapport à l'acide carbonique et à la vapeur d'eau, des quantités de gaz parfaits relativement faibles, tels que la dynamite et le mélange de fulmi-coton et d'azotate d'ammoniaque, l'accord était parfait entre les f observés et les f déduits de la température de combustion calculée avec nos expressions de la chaleur spécifique de CO^2 et H^2O. Le désaccord n'atteint pas 3 pour 100 de la valeur.

» Lorsque les gaz parfaits sont en quantité plus considérable, comme cela a lieu pour le fulmi-coton et l'acide picrique, l'écart atteint 10 pour 100. Mais l'écart entre les f calculés et les f observés serait beaucoup accru si l'on admettait que la chaleur spécifique moléculaire des gaz parfaits ne varie pas avec la température. Pour représenter les observations, il faudrait admettre au contraire que le coefficient b de la formule

$$c = a + bt,$$

que nous avons pris pour les gaz parfaits égal à 0,0006, devait être porté à 0,0013 environ. *L'accroissement, avec la température, de la chaleur spécifique des gaz parfaits qui résulte de nos expériences, ainsi que de celles de MM. Berthelot et Vieille, est donc confirmé de la manière la plus nette par les observations de MM. Sarrau et Vieille sur les pressions développées par la détonation des explosifs en vase clos.*

» La Commission des substances explosives, qui a été dernièrement saisie de l'importante question du tirage des coups de mine dans les mines à grisou, est arrivée à des résultats qui confirment l'exactitude des considérations précédentes. Cette Commission, dont nous avions l'honneur de faire partie temporairement, a constaté, par de nombreuses expé-

riences [1], que les substances explosives, en détonant au milieu de mélanges grisouteux, ne peuvent les enflammer que lorsque leur température de détonation excède 2200° environ. Nous avons établi jadis que la température d'inflammation de ces mélanges peut être fixée à 650°, mais nous avons remarqué en même temps que ces mélanges présentaient un retard considérable à l'inflammation. C'est probablement par ce retard, combiné avec la détente et, par suite, le refroidissement extraordinairement rapide des gaz produits à haute pression lors de la détonation de l'explosif, que l'on peut expliquer cet énorme écart entre 2200° et 650°.

» La Commission a pu ainsi préparer des mélanges de substances explosives, incapables d'allumer les mélanges grisouteux en détonant sans enveloppe au milieu d'eux. Il suffit, pour déterminer la composition de semblables mélanges, de s'assurer que leur température de détonation, calculée avec les données thermochimiques dues à M. Berthelot et les expressions que nous avons données pour les chaleurs spécifiques des gaz, est inférieure à 2200°.

» C'est ainsi que la Commission a constaté, par de très nombreuses expériences, que les mélanges de dynamite avec poids égaux de carbonate de soude cristallisé ou de sulfate de soude à $10^{\text{éq}}$ d'eau, ou d'alun ammoniacal, ou de chlorhydrate d'ammoniaque, n'allument pas les mélanges grisouteux au milieu desquels ils détonent. On produit le même effet en mêlant à la dynamite des poussières de houille finement pulvérisées.

» Les mélanges formés en ajoutant de l'azotate d'ammoniaque à la nitroglycérine ou au coton-poudre sont particulièrement avantageux, parce que l'azotate agit comme étant lui-même un détonant, tout en abaissant la température de détonation, puisque sa propre température de détonation est de 1130°, tandis que celle de la dynamite est de 2940°, celle de la nitroglycérine de 3170°, et celle du fulmi-coton undécanitrique de 2636°.

» La Commission a constaté que les mélanges de 20 parties de dynamite ou de nitroglycérine avec 80 parties d'azotate d'ammoniaque, et naturellement aussi les mélanges plus riches en azotate, n'allument pas les mélanges grisouteux, et qu'il en est de même des mélanges contenant, sur 100 parties, 20 parties ou moins d'une cellulose dont le titrage en bioxyde d'azote est inférieur à 193^{cc}.

---

[1] Ces expériences ont été exécutées à la poudrerie de Sevran-Livry, avec le concours de M. Bruneau, ingénieur de la poudrerie et membre de la Commission.

» Des cartouches fabriquées avec les divers mélanges dont nous venons d'indiquer le principe général ont été soumises à de nombreux essais; elles vont être l'objet d'essais faits en grand dans l'industrie des mines, dont on peut espérer qu'elles accroîtront la sécurité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques composés de l'yttrium.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. Troost.

« Les combinaisons de l'yttria, qui se forment par voie humide, ont été l'objet d'un grand nombre de recherches. Il n'en est pas de même des combinaisons préparées par voie sèche; on n'en connaissait encore que quelques-unes. J'ai réussi à obtenir par cette voie un certain nombre de composés nouveaux.

» *Silicate d'yttria; gadolinite de l'yttria pure.* — Un mélange intime et bien desséché de 3 parties d'yttria pure, obtenue par la calcination de l'oxalate, de 1 partie de silice, provenant de la décomposition du fluorure de silicium par l'eau, et de 30 parties de chlorure de calcium, est chauffé pendant deux heures dans un fourneau à vent. Après refroidissement lent, la masse est reprise par l'eau; elle abandonne une poudre cristalline homogène, attaquable par les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique et qui le devient encore plus facilement après digestion dans le carbonate de soude, qui n'attaque les cristaux que superficiellement. L'analyse, conduite comme l'analyse des silicates solubles dans les acides, donne les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Silice	20,69	20,83
Yttria	79,28	79,16

» La formule de ce silicate est donc Y^2O^3, SiO^2, analogue à celle de la gadolinite naturelle.

» Vu au microscope, le produit se montre parfaitement cristallisé. Les cristaux sont isolés; ils ont environ $0^{mm},2$ de long et $0^{mm},06$ à $0^{mm},08$ de large; leur épaisseur n'excède pas $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$. Ils sont transparents; leur réfringence est peu différente de celle de la gadolinite naturelle. Ils se présentent sous deux aspects : les plus nombreux se montrent sous forme de lamelles losangiques dont l'angle aigu est de 40°, les autres sont des rectangles allongés, modifiés par un pointement dissymétrique.

» Les formes et les propriétés optiques prouvent que la substance est monoclinique. Les lamelles losangiques sont aplaties suivant p, elles sont limitées par les faces m et tronquées, aux extrémités de leurs diagonales, par les faces h_1 et g_1, beaucoup moins

développées que les faces *m*. Sur un grand nombre de cristaux on aperçoit encore une troncature sur l'arête *pm*.

» Les lamelles rectangulaires à pointement dissymétrique appartiennent à des cristaux aplatis suivant g_1 et dans lesquels cette face est prédominante. L'allongement a lieu parallèlement à l'arête $h_1 g_1$. Le pointement terminal est formé par les faces p_1 et a_1. L'angle de p sur h_1 a été trouvé égal à 86° et h^1 sur a^1 égal à 145°.

» En conséquence de ces données, nous avons $b = 86°$, $D = 0,939$, $d = 0,342$, $b:h::1000:1150$.

» En lumière polarisée parallèle, entre les nicols croisés, les lamelles losangiques s'éteignent parallèlement à leurs diagonales; les autres, aplaties suivant g_1, s'éteignent sous un angle de 31° par rapport à l'arête $h_1 g_1$.

» La biréfringence est énergique. Le maximum a été trouvé égal à 0,040.

» En lumière polarisée convergente, on constate que le plan des axes optiques est parallèle à g_1. La bissectrice aiguë est celle qui fait un angle de 40° avec l'arête $h^1 g^1$, elle correspond à l'axe n_g. Le cristal est donc positif.

» L'angle des axes optiques est d'environ 35°.

» Dans les cristaux on constate la présence d'une grande quantité d'inclusions vitreuses à bulles fixes qui n'offrent pas généralement de relation nette de forme ni de position avec les faces du cristal; cependant, dans quelques cas, ces inclusions se montrent alignées parallèlement aux faces *m*.

Comparaison du silicate d'yttria pur et de la gadolinite naturelle.

» La gadolinite artificielle est monoclinique, comme la même espèce naturelle. Comme elle, elle est positive, fortement réfringente, et, dans l'une comme dans l'autre, le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie et à la petite diagonale de la base. Cependant les deux minéraux diffèrent l'un de l'autre par quelques caractères. Dans la gadolinite naturelle, l'angle d'extinction en g_1 est de 3° d'après M. Des Cloizeaux, de 8° à 10° d'après Broger; dans le produit artificiel, cet angle est de 31°. Dans le minéral naturel, l'écartement des axes optiques est très grand (environ 140°); dans le produit artificiel, il est petit et ne dépasse pas certainement 35°. Il y a lieu en outre de remarquer la très grande différence de l'angle des faces *m* dans les deux produits. Ces différences peuvent s'expliquer peut-être par ce fait, que la gadolinite artificielle est un silicate d'yttria pur, tandis que le minéral naturel contient, outre cette base, des oxydes de cérium, de lanthane et de didyme, de la glucine et de l'oxyde de fer.

» *Oxyde d'yttrium cristallisé*. — Le procédé employé pour obtenir le silicate d'yttria est celui qu'a appliqué M. Lechartier à la synthèse des bisilicates. Les expériences exécutées par ce procédé m'ont donné un mélange de cristaux appartenant au système cubique et de prismes allongés. Ce mélange, après digestion dans le carbonate de soude fondu, a été repris par

les acides. Il a laissé la plus grande partie des cristaux cubiques, tandis que tous les prismes allongés étaient dissous. L'analyse du résidu montre qu'il est constitué par de l'oxyde. Les prismes sont un *silicate double d'yttria et de chaux* dont je n'ai pu fixer la composition, faute de pouvoir le séparer exactement de l'oxyde.

» J'ai ainsi été amené à essayer de reproduire l'oxyde d'yttrium cristallisé, en fondant avec du chlorure de calcium l'oxyde amorphe obtenu par la calcination de l'oxalate d'yttria pur. Le mélange, introduit dans un creuset de platine protégé par deux creusets de terre, était chauffé au bon rouge, pendant environ deux heures. Après refroidissement lent, la masse, reprise par l'eau chaude, abandonne de beaux cristaux, très réfringents, identiques à ceux qui s'étaient produits en même temps que le silicate double d'yttria et de chaux. Ces cristaux sont difficilement attaquables par les acides; l'acide sulfurique est celui qui les attaque le mieux. Ils sont inattaqués par le carbonate de soude en fusion. C'est cette propriété qui m'a permis de les séparer du silicate dans les expériences où ces deux corps s'étaient produits simultanément.

» Les cristaux sont des trapézoèdres parfaitement nets, très réfringents; ils ont tout à fait l'aspect de l'analcime et de l'amphigène, mais en diffèrent par ce qu'ils n'exercent absolument aucune action sur la lumière polarisée [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la blende hexagonale phosphorescente.* Note de M. A. Verneuil, présentée par M. Friedel.

« Dans un récent Mémoire [2], j'ai montré que le sulfure de zinc sublimé en présence du platine dans un courant lent d'hydrogène n'est pas phosphorescent.

» Pour prouver que ce résultat est dû à l'hydrogène sulfuré formé dans ces conditions, j'ai distillé au rouge orangé de la blende naturelle ou artificielle dans un courant d'acide sulfhydrique pur et sec; la wurtzite ainsi

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne, sous la direction de M. Troost.

L'étude optique de ces cristaux a été faite au laboratoire de Minéralogie du Collège de France, sous la direction de M. Fouqué.

[2] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1104.

obtenue ne présente pas trace de phosphorescence une seconde après l'insolation. La blende n'étant pas dissociée dans cette atmosphère, le vernis du tube de porcelaine n'est pas altéré et les zones multiples qu'on observe dans les produits obtenus avec l'hydrogène disparaissent pour faire place ici à un produit unique.

» Les expériences que j'ai effectuées à très haute température montrent que la blende est très volatile au blanc éblouissant, car dans un courant modéré d'hydrogène sulfuré cette sublimation est totale en moins d'une demi-heure lorsqu'on opère sur 3^{gr}. La wurtzite préparée à cette haute température n'est pas phosphorescente, quelle que soit la vitesse du courant gazeux. Le gaz sortant de l'appareil présente une composition à peu près constante : c'est un mélange d'hydrogène et d'acide sulfhydrique renfermant 71 à 75 pour 100 de ce dernier ([1]).

» On conçoit qu'en opérant dans des mélanges d'hydrogène et d'hydrogène sulfuré on puisse retrouver les résultats décrits précédemment et voir apparaître la phosphorescence; c'est ce qui a lieu à la température du rouge orangé, lorsqu'on sublime la blende dans un mélange contenant 22 pour 100 d'acide sulfhydrique : le produit obtenu ne possède qu'une phosphorescence faible, mais cependant très nette pour l'œil bien reposé. Avec un mélange gazeux contenant moitié moins d'hydrogène sulfuré, soit 12 pour 100, la phosphorescence devient plus vive; dans ces deux cas, il ne se dépose pas de soufre.

» Il résulte de ces faits que la wurtzite condensée dans une atmosphère renfermant approximativement 30 ou 40 pour 100 d'hydrogène sulfuré n'est jamais phosphorescente. Il m'a semblé, d'après cela, que la phosphorescence de la wurtzite ne pouvait être due qu'à la présence d'un sulfure inférieur du zinc se formant dans les régions relativement froides du tube, toutes les fois que les éléments dissociés se recombinaient dans une atmosphère ne contenant pas un excès de soufre.

» J'ai recherché alors si l'analyse ne viendrait pas confirmer cette hypothèse en décelant un excès de zinc dans la blende phosphorescente; mais, en suivant les méthodes les plus exactes pour le dosage du zinc, j'ai reconnu que les différences de composition que présentent la wurtzite non phosphorescente préparée dans l'hydrogène sulfuré et la wurtzite très phosphorescente obtenue dans l'hydrogène sont de l'ordre de grandeur

---

([1]) La wurtzite obtenue par l'action de l'hydrogène sulfuré, au rouge, sur l'oxyde de zinc est identique à celle préparée en sublimant la blende de ce même gaz.

des erreurs d'analyse. Les dosages suivants montrent seulement que, si la blende phosphorescente contient un sous-sulfure de zinc, ce n'est qu'en très petite quantité ; j'ai trouvé, en effet :

	Wurtzite non phosphorescente.	Wurtzite très phosphorescente.	Théorie.
S	32,89	32,83	32,96
Zn	67,11	67,19	67,03

» L'hypothèse précédente ne pouvant être contrôlée par l'analyse, il ne me restait plus, pour établir son degré de probabilité, qu'à distiller la blende dans différents gaz et discuter les résultats obtenus.

» Dans ce but, j'ai sublimé d'abord la wurtzite artificielle non phosphorescente dans une atmosphère neutre, c'est-à-dire dans l'azote pur et sec. L'appareil était purgé d'air jusqu'à ce que le gaz dégagé n'eût plus d'action sur le ferrocyanure ferroso-potassique, ce qui exigeait dix heures de courant; puis, l'appareil étant scellé d'un seul côté, on chauffait au rouge orangé pendant huit ou dix heures pour sublimer le sulfure de zinc. Dans ces conditions, un papier de tournesol placé vers l'extrémité du tube n'indique pas trace d'acide sulfureux, mais une mince bande de papier au carbonate de plomb sec montre qu'il se forme toujours des traces d'hydrogène sulfuré, même lorsque l'azote employé a traversé une colonne d'oxyde de cuivre chauffée au rouge.

» Je crois que cette petite quantité d'acide sulfhydrique provient de gaz occlus dans cette blende; car celle-ci, chauffée dans le vide vers 400°, brunit de la même manière du carbonate de plomb sec placé à quelque distance.

» Quoi qu'il en soit, la wurtzite sublimée dans l'azote a toujours présenté une phosphorescence blanche très faible, durant vingt à trente secondes environ, mais qui n'existe que dans les cristaux formés vers les parties centrales du tube; tous ceux qui adhèrent fortement à la paroi et qui se sont, par conséquent, formés dans les régions les plus chaudes ne sont pas phosphorescents.

» Le résultat est le même lorsqu'on élève la température jusqu'au blanc éblouissant; mais si, dans les mêmes conditions, on fait intervenir une cause désulfurante, en ajoutant à la blende 5 pour 100 d'oxyde de zinc ou encore 1 à 2 pour 100 de charbon de sucre, certaines zones de la wurtzite obtenue possèdent la vive phosphorescence qu'on produit si aisément dans l'hydrogène.

» On peut encore arriver à ce résultat en opérant dans une atmosphère neutre, mais en partant de la blende pure, en se plaçant dans des conditions analogues à celles du tube chaud et froid de Sainte-Claire Deville, c'est-à-dire en amenant rapidement les produits dissociés dans les régions froides du tube, afin de faciliter la formation de la combinaison inférieure du zinc, qui ne paraît s'engendrer qu'à basse température, d'après les faits précédents. J'ai réalisé ces conditions en distillant la blende dans le vide de la trompe de Sprengel au rouge orangé; c'est la limite extrême de température à laquelle on peut maintenir le tube de porcelaine sans qu'il se rompe par l'effet de la pression atmosphérique.

» La blende hexagonale artificielle donne ainsi un produit très phosphorescent, vert, analogue à celui qui est obtenu dans l'hydrogène; il se dégage toujours au commencement de l'opération une trace d'hydrogène sulfuré. La blende de Santander se comporte de même, mais le rendement en produit phosphorescent est plus grand. Cette différence est due, en partie, à la présence d'une petite quantité de carbonate de zinc dans la blende que j'ai employée; elle dégage, en effet, une quantité notable d'acide carbonique dès le rouge cerise (2^{cc} par gramme environ), et, de fait, lorsqu'on oxyde légèrement la wurtzite artificielle, en la chauffant au rouge avant de faire le vide dans le tube, on retrouve à peu près le même résultat qu'avec la blende de Santander.

» Il résulte de ces faits : 1° que, conformément à l'hypothèse énoncée précédemment, la wurtzite obtenue est très phosphorescente lorsqu'on fait agir sur la blende primitive une cause désulfurante; 2° que la phosphorescence de ce produit, formé dans une atmosphère neutre, est d'autant plus vive qu'il s'engendre à une température moins élevée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen de l'éther cyanacétique. Éthers orthotoluyl, phénylacétyl, cinnamyl et dicinnamylcyanacétiques.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Ces éthers ont été obtenus en suivant le procédé indiqué dans une Communication antérieure, à propos de la préparation des éthers benzoyl, acétyl, propionyl, etc., cyanacétiques.

» On traite 1^{mol} d'éther cyanacétique sodé, en suspension dans l'alcool absolu, par 1^{mol} du chlorure acide étendu d'éther anhydre. Quand la réaction est terminée, on évapore à siccité; le résidu est repris par une

solution de carbonate de soude et agité avec de l'éther, pour enlever l'éther cyanacétique non entré en réaction. La solution aqueuse, sursaturée avec de l'acide sulfurique, est épuisée à l'éther : le liquide éthéré fournit par évaporation le corps cherché, qu'il suffit de purifier soit par cristallisation, soit en le transformant de nouveau en sel de soude et en précipitant de nouveau.

» *Éther orthotoluylcyanacétique :* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^3\\ CO.CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\end{matrix}\right.$. — Ce corps constitue l'homologue supérieur de l'éther benzoylcyanacétique. Il se présente sous la forme de Tables ou de prismes à base rectangulaire dont les petites arêtes des bases sont modifiées. Il fond à 35°, 2 et peut rester longtemps en surfusion. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Ses solutions donnent avec les persels de fer une coloration rouge. Chauffé en présence d'un excès d'eau, il se décompose nettement en acide carbonique, alcool et cyanacétophénone orthométhylée

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ CO.CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\end{matrix}\right. + H^2O = C^2H^6O + CO^2 + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^3\\ CO.CH^2.CAz\end{matrix}\right..$$

» Comme son homologue inférieur, l'éther orthotoluylcyanacétique peut former des sels bien définis.

» Le *sel de chaux*

$$\begin{matrix}C^6H^4CO\left\langle\begin{matrix}CH^3\\ \\ \end{matrix}\right. \quad \begin{matrix}\\ C\left\langle\begin{matrix}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\end{matrix}\\ Ca\\ \begin{matrix}C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO-C\left\langle\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\ CAz\end{matrix}\right.\\ CH^3\end{matrix}\right.\end{matrix}\end{matrix} + 4H^2O$$

a été obtenu en faisant bouillir une solution hydro-alcoolique de l'éther avec du carbonate de calcium précipité. Il cristallise en petites aiguilles blanches, réunies autour d'un centre commun, peu solubles dans l'eau, mais très solubles dans l'alcool.

» L'*éther phénylacétocyanacétique* $C^6H^5-CH^2.CO.CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.$ est isomère du corps que nous venons de décrire. C'est une huile jaunâtre, non distillable sans décomposition, et qu'il n'a pas encore été possible de solidifier, même par un froid de 60° au-dessous de zéro. A cette température, elle se prend en une masse visqueuse, qui reprend la forme liquide dès

qu'elle revient à la température ambiante. Ses solutions donnent avec les persels de fer une coloration rouge très intense.

» Chauffé avec un excès d'eau, cet éther se décompose en alcool, acide carbonique et en un corps qui reste en dissolution dans l'eau, à laquelle on peut l'enlever au moyen de l'éther. La solution éthérée l'abandonne sous la forme de cristaux très fusibles, noyés dans une huile dont il est difficile de les séparer. Ce produit, exposé au contact de l'air pendant quelque temps, fonce en couleur, devient visqueux et en partie insoluble dans les alcalis.

» Comme ses analogues, l'éther phénylacétocyanacétique est susceptible de former des combinaisons métalliques.

» Le *sel de baryum* $\left(C^6H^5.CH^2.CO-\underset{|}{C}\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}\right)^2 Ba$ s'obtient en décomposant du carbonate de baryum par une solution hydroalcoolique de l'éther. Il cristallise sous la forme de mamelons blanchâtres, peu solubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool. Chauffé à 100°, il se décompose partiellement.

» Le *sel d'argent* $\left(C^6H^5.CH^2.CO.CAg\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}\right)$ a été préparé par double décomposition entre le sel de baryte et l'azotate d'argent. C'est un précipité blanc, insoluble dans l'eau.

» *Cinnamylcyanacétate d'éthyle* $C^6H^5.CH:CH.CO.CH\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}$. — Aiguilles jaunâtres fondant à 104°. Elles sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, et les solutions ont une réaction faiblement acide. Elles décomposent néanmoins les carbonates alcalins avec dégagement d'acide carbonique, et donnent avec les sels ferriques une coloration rouge.

» L'eau bouillante décompose cet éther en acide carbonique, alcool, et en une masse visqueuse rougeâtre, de laquelle il n'a pas été possible de retirer un produit cristallisé. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir sur cette réaction.

» *Éther dicinnamylcyanacétique* $\begin{smallmatrix}C^6H^5.CH:CH.CO\diagdown \\ C^6H^5.CH:CH.CO\diagup\end{smallmatrix}C\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}$. — Ce corps constitue un produit secondaire de la préparation du composé décrit ci-dessus. Si, après avoir évaporé le produit brut de la réaction du chlorure de cinnamyle sur l'éther cyanacétique sodé, on le reprend par du carbonate de soude, il reste un corps insoluble dans l'alcali et aussi dans

l'éther; on le sépare et on le dissout dans l'alcool bouillant; par refroidissement, on obtient de fines aiguilles soyeuses et de couleur jaunâtre, qui répondent à la composition d'un éther dicinnamylcyanacétique. Ce composé se forme sans doute en vertu de la réaction suivante :

$$(\mathrm{I})\left\{\begin{aligned}&2\left(\mathrm{CHNa}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CAz}\\ \diagdown \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{matrix}\right)+\mathrm{C^6H^5.CH:CH.CO.Cl}\\ &=\mathrm{NaCl}+\mathrm{C^6H^5.CH:CH.CO.CNa}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CAz}\\ \diagdown \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{matrix}+\mathrm{CH^2}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CAz}\\ \diagdown \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{matrix},\end{aligned}\right.$$

$$(\mathrm{II})\left\{\begin{aligned}&\mathrm{C^6H^5.CH:CH.CO.CNa}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CAz}\\ \diagdown \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{matrix}+\mathrm{C^6H^5.CH:CO.Cl}\\ &=\mathrm{NaCl}+(\mathrm{C^6H^5.CH:CH.CO})^2.\mathrm{C}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CAz}\\ \diagdown \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{matrix}.\end{aligned}\right.$$

» La synthèse directe de ce corps nous permettra de vérifier notre hypothèse.

» Nous nous proposons également d'étudier l'action de l'ammoniaque, de l'aniline et d'autres ammoniaques composées sur tous ces éthers cyanés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide pimélique dérivé du menthol.* Note de M. G. **Arth**, présentée par M. Berthelot.

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations au sujet d'un travail publié par M. H. Mehrländer, sur les produits d'oxydation du menthol [1].

» J'ai montré qu'en oxydant ce composé par le permanganate de potassium en solution acide, on obtient deux acides [2], l'un répondant à la formule $C^{10}H^{18}O^3$, l'acide oxymenthylique, l'autre ayant la composition d'un acide pimélique $C^7H^{12}O^4$.

» M. Mehrländer a repris cette oxydation, en opérant dans des conditions déterminées, avec un mélange de bichromate de potassium et d'acide acétique cristallisable. Il a obtenu, comme moi, l'acide $C^{10}H^{18}O^3$, et il a de plus démontré que ce composé est un *acide acétone*. Cet acide, oxydé à son tour par le permanganate en solution alcaline, lui a fourni l'acide $C^7H^{12}O^4$, que j'avais appelé β-*pimélique*.

---

(1) Mehrlaender, *Inaugural Dissert. der Universität Leipzig;* Breslau, 1887.
(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. VII, p. 439 et suiv.

» I. Comprenant mal ma pensée, M. Mehrländer paraît croire que j'ai choisi cette dénomination pour indiquer que mon acide est identique avec celui qui a été préparé au moyen de l'acide camphorique ([1]), et que l'on a reconnu depuis être l'acide isopropylsuccinique.

» La différence de 28° (86° à 114°), qui existe entre les points de fusion de ces deux composés, ne m'aurait pas permis une pareille assimilation. J'avais seulement choisi le terme *pimélique* à cause de la parenté (au moins apparente) du menthol et du bornéol; de plus, le signe β ne se trouvait attribué à aucun de ces acides, et je disais expressément que celui qui dérive du menthol est différent de l'acide fondant à 114° ([2]).

» II. Notre acide n'étant certainement pas l'acide isopropylsuccinique, M. Mehrländer admet qu'il n'est autre chose que l'acide normal propylsuccinique ([3]) étudié par Roser et Waltz. Comme le dit très justement l'auteur, la différence de 4° à 5° (86°-91°), observée pour les points de fusion de ces acides d'origines si dissemblables, n'est pas une raison suffisante pour les croire différents.

» Je m'étais déjà préoccupé moi-même de cette similitude, et la réception du travail cité plus haut m'a engagé à faire connaître les quelques recherches que j'ai exécutées à ce sujet. La question offre un certain intérêt au point de vue de la constitution du menthol. En effet, partant de l'hypothèse que le menthol représente un hydrobornéol et admettant que l'acide $C^7H^{12}O^4$ qui en dérive est l'acide normal propylsuccinique, M. Mehrländer explique la formation de cet acide par l'échelle de combustion que voici :

Menthol.	Menthone.	Composé inconnu.
C^3H^7	C^3H^7	C^3H^7
CH	CH	CH
CH^2- -CH^2	CH^2- -CH^2	CH^2 CH^2
CH^2- -CH.OH	CH^2- -CO	CH^2 CO
CH	CH	C(OH)
CH^3	CH^3	CH^3

([1]) MEHRLAENDER, *loc. cit.*, p. 19.

([2]) On trouve aussi désigné, sous le nom de β-*pimélique*, l'acide fondant à 106°, extrait par Gautter et Hell des produits d'oxydation de l'huile de ricin. (Beilstein, édition de 1886.) Le signe β n'existe pas dans la Note des auteurs (*Bericht.*, t. XVII, p. 2213.)

([3]) MEHRLAENDER, *loc. cit.*, p. 20.

et, après rupture de la chaîne benzénique,

$$\begin{array}{ccc} & C^3H^7 & \\ & | & \\ & CH & \\ CH^2 & & CH^2 \\ CH^2 & & CO.OH \\ & CO & \\ & | & \\ & CH^3 & \end{array} = C^{10}H^{18}O^3 \left\{ \begin{array}{l} \text{acide oxymenthylique ou } \beta\text{-propyl-} \\ \delta\text{-acétylvalérique.} \end{array} \right.$$

ce dernier fournissant lui-même $OH.OC-\underset{}{\overset{C^3H^7}{\overset{|}{C}H}}-CH^2-CO.OH$, acide normal propylsuccinique plus $CH^3-CO-CO.OH$ ou des acides gras.

» La constitution admise pour l'acide $C^7H^{12}O^4$ vient donc, comme on le voit, prêter un appui à l'hypothèse qui fait du menthol un hydrobornéol.

» Pour vérifier la réalité de ces faits, j'ai préparé de l'acide normal propylsuccinique en suivant toutes les indications de Waltz. L'aspect extérieur de cet acide n'est pas le même que celui de l'acide extrait des produits d'oxydation du menthol ; l'échantillon obtenu, fondant bien à 91°, a donné, pour sa composition :

	Pour 100.	Calculé pour $C^7H^{12}O^4$.
C......................	52,43	52,50
H......................	7,58	7,50

» Cet acide a ensuite été transformé en diamide, ainsi que celui qui dérive du menthol, en opérant absolument de la même manière pour chacun d'eux. Au moyen du sel ammoniacal neutre, on a préparé par double décomposition le sel d'argent ; celui-ci, chauffé en vase clos avec de l'iodure de méthyle, a fourni l'éther méthylique, lequel, mis en tubes scellés avec de l'ammoniaque aqueuse et maintenu pendant quelques heures à 100°, s'est transformé en diamide mélangée de sel ammoniacal.

» Les composés ainsi obtenus avec les deux acides offrent entre eux, après purification, des différences bien nettes.

» L'amide normal propylsuccinique est peu soluble dans l'eau froide, mieux à chaud, et assez peu soluble dans l'alcool ordinaire. Elle se dépose de ses solutions aqueuses chaudes, en petits cristaux durs ou en houppes

dendritiques opaques et fragiles. Elle fond en se décomposant vers 222°-223° (non corrigé).

» L'analyse a fourni, en centièmes :

	Pour 100.	Calculé pour $C^7H^{14}Az^2O^2$.
C	53,35	53,16
H	9,26	8,86
Az	17,69	17,72

» L'autre amide est beaucoup mieux soluble dans l'eau froide; elle forme, par évaporation lente de sa solution aqueuse, des cristaux prismatiques transparents, souvent accolés et assez grands. Son point de fusion est situé à 191° (non corrigé).

» Ce deuxième composé a donné :

C	53,002
H	9,003
Az	17,60

» Ces différences, parmi lesquelles l'écart assez considérable des points de fusion est surtout à remarquer (31° environ), ne semblent pas permettre de confondre l'acide normal propylsuccinique avec l'acide $C^7H^{12}O^4$ obtenu dans l'oxydation du menthol. En conséquence, la constitution de ce dernier acide est encore à établir et la suite si naturelle des produits d'oxydation imaginée par M. Mehrländer demeure hypothétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcaloïdes de l'huile de foie de morue*. Note de MM. **Arm. Gautier** et **L. Mourgues**, présentée par M. Friedel.

« Conformément aux observations déjà faites par l'un de nous sur l'existence constante d'alcaloïdes dans les tissus animaux, aussi bien que dans leurs diverses sécrétions et excrétions, nous avons pensé que la sécrétion biliaire, où Strecker a depuis longtemps déjà signalé la choline, devait contenir plusieurs autres de ces alcaloïdes normaux ou *leucomaïnes*, que l'économie produit sans cesse et dont elle tend à se débarrasser par ses multiples excrétions [1].

---

(1) M. W. Tudichum a communiqué à l'Académie des Sciences, dans la séance du

» A ce point de vue, l'étude d'un médicament célèbre, qui contient notoirement, ainsi que nous le verrons, des produits de la sécrétion biliaire, l'*huile de foie de morue*, méritait d'être reprise malgré les beaux travaux dont elle a été déjà l'objet, en particulier de la part de de Jongh, de 1843 à 1853.

» Suivant nos prévisions, cette huile contient, en effet, un certain nombre d'alcaloïdes, quelques-uns très actifs. C'est l'étude des leucomaïnes que nous avons retirées de cette huile qui formera la partie essentielle de ce travail.

» *Choix des huiles.* — Nous avons étudié aussi bien les huiles incolores que les colorées; mais nos alcaloïdes ont été extraits de l'huile blonde ou fauve; c'est, en effet, d'après Richter, Schenk, de Jongh, Guibourt et la plupart des médecins modernes, celle que l'on reconnaît généralement comme la plus active, et nous étions désireux, tout en poursuivant un travail chimique, de voir nos longues études contribuer à éclairer l'action thérapeutique de ce médicament.

» Nos huiles venaient directement des pays d'origine : Terre-Neuve et Norvège. On sait que l'on y pêche plus particulièrement le *Gadus morrhua* ou grande morue, le *G. callarias* ou dorche, et le *G. carbonarius* ou petite morue; en moindre quantité, et suivant les côtes ou les fonds, les *Gadus pollachius* et *molva*. Leurs foies, mis en tonneaux après avoir été lavés, laissent spontanément s'écouler l'huile jaune pâle ou jaune verdâtre, et c'est par un commencement de fermentation, d'autodigestion (et non de putréfaction) qui les acidifie, qu'au contact du contenu des cellules hépatiques l'huile se charge ensuite de matières biliaires et prend la coloration fauve, couleur madère, des huiles reconnues comme les plus actives. C'est à ce moment qu'elles dissolvent les alcaloïdes dont nous allons parler, car

---

25 juin 1888, une Note dans laquelle il annonce avoir trouvé divers alcaloïdes dans les urines normales de l'homme. Il oublie de citer les travaux antérieurs sur le même sujet, entre autres ceux que M. G. Pouchet a publiés en 1880 dans sa thèse inaugurale, ceux que je cite dans mon article *Ptomaïnes* du *Supplément du Dictionnaire de Wurtz*, p. 1313, et les recherches et publications que je n'ai pas discontinuées depuis 1874 sur le même sujet, recherches qui ont établi la présence constante d'alcaloïdes dans les sécrétions normales de l'économie. C'est cette présence constante qui constitue le grand fait physiologique général que j'ai découvert, et auquel M. Tudichum n'a pas fait plus allusion qu'aux recherches de M. Pouchet, de Preyer et aux miennes sur les alcaloïdes urinaires. (Voir *Bull. de l'Acad. de Médecine*, 2e série, t. XV, p. 65 et 115.) A. G.

l'huile naturelle blanche ou vert doré qui s'écoule d'abord n'en contient pas, ou des traces seulement.

» *Procédés d'extraction.* — Après divers essais qui ont consisté à saponifier l'huile par les alcalis, à la traiter par les acides chlorhydriques aqueux ou alcoolique, par l'acide tartrique, etc., procédés que nous décrirons ailleurs, nous nous sommes arrêtés au suivant :

» On épuise méthodiquement 100^{kg} d'huile de foie de morue blonde par son volume d'alcool à 33° centésimaux contenant 4^{gr} d'acide oxalique par litre. Les liquides alcooliques siphonés sont saturés presque exactement par de la chaux, filtrés et distillés à 45° dans le vide. Ils restent limpides; finalement on les met à digérer sur du carbonate de chaux précipité et l'on sature la liqueur par un peu d'eau de chaux. On l'évaporé à sec dans le vide, et l'on reprend le résidu par l'alcool à 90° C. Cette solution est distillée dans le vide, et le résidu repris par un peu d'eau et sursaturé de potasse bien caustique. La liqueur est alors épuisée par de l'éther en abondance. Il se charge des alcaloïdes qu'on précipite par l'acide oxalique en solution éthérée. Les oxalates pesaient de 52^{gr} à 65^{gr} par 100^{kg} suivant les huiles.

» Cette méthode enlève la presque totalité des alcaloïdes de l'huile. Un nouveau traitement à l'acide oxalique plus fort, à l'acide chlorhydrique, ou par saponification, n'en retire presque plus. Les oxalates dissous dans l'eau, traités par la potasse, donnent une huile brune, épaisse, très alcaline, qui vient surnager et qu'on sèche sur la potasse récemment fondue. On obtient ainsi de $0^{gr},350$ à $0^{gr},500$ d'alcaloïdes secs par kilogramme d'huile de foie de morue.

» *Séparation des alcaloïdes.* — Le mélange des bases, soumis à la distillation fractionnée au bain d'huile, se sépare en deux parties à peu près égales en poids : (*a*) *bases volatiles;* (*b*) *bases peu volatiles ou fixes.*

» Pour abréger, nous nous bornerons ici à les énumérer :

» 1° Fraction bouillant de 87° à 90° (butylamine);

» 2° Fraction bouillant de 96° à 98° (amylamine);

» 3° Fraction bouillant un peu au-dessus de 100° (hexylamine);

» 4° Partie bouillant de 198° à 200° (hydrolutidine), base nouvelle;

» 5° Partie des bases fixes donnant un chlorhydrate précipitable immédiatement à froid (aselline), base nouvelle;

» 6° Partie des bases fixes donnant un chloroplatinate assez soluble qui cristallise des eaux mères de la précédente (morrhuine), base nouvelle;

» 7° Il existe en outre dans l'huile de foie de morue un peu de lécithine et un acide azoté cristallisable très particulier, que nous nommerons *acide gaduinique;* c'est à la fois un acide assez puissant et un alcaloïde capable de donner des chloroplatinates cristallisés.

» Nous reviendrons sur ces divers composés dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'iodure de propylène, par la fixation de l'acide iodhydrique sur l'iodure d'allyle. Transformation de l'iodure de propylène.* Note de M. **H. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Simpson avait annoncé que l'iodure d'allyle était transformé *directement* ([1]) en iodure d'isopropyle par un courant d'acide iodhydrique. Erlenmeyer ([2]) croyait à la formation d'un composé intermédiaire, l'iodure de propylène, qui fournissait, par sa décomposition, du propylène, dont une portion se dégageait et dont la plus grande partie se combinait à de l'acide iodhydrique pour former de l'iodure d'isopropyle.

» J'ai reconnu qu'il y avait effectivement formation préalable d'une grande quantité d'iodure de propylène, mais que cet iodure était susceptible, suivant les circonstances :

» 1° *Soit de se transformer en iodure d'isopropyle, sans dégagement de propylène ;*

» 2° *Soit de se dédoubler en propylène et iode, sans formation d'iodure d'isopropyle.*

» La transformation en iodure d'isopropyle est assurée par une action *ménagée* de l'acide iodhydrique ; le dédoublement en propylène et iode résulte d'une décomposition *brusque*, *explosive* de l'iodure de propylène. Suivant qu'on empêche ou qu'on favorise cette décomposition brusque, on détermine l'un ou l'autre mode de transformation.

» J'ai évité tout dégagement de propylène en entourant l'iodure d'allyle d'un mélange réfrigérant de glace et de sel marin, et faisant arriver un courant très régulier d'acide iodhydrique. Le produit obtenu en employant un peu moins de 1^{mol} d'acide iodhydrique a une densité supérieure à 2 ; la densité est plus faible quand on emploie plus d'acide. La transformation en iodure d'isopropyle commence avant que la première soit terminée ; mais elle s'accomplit avec une lenteur et une difficulté croissantes. Quand on fait passer une seconde molécule d'acide iodhydrique, une partie réagit, mais une portion considérable se dissout simplement. J'ai obtenu ainsi un produit de densité 1,86. Après un traitement semblable, la den-

([1]) *Proceedings of the Roy. Soc.*, t. XII, p. 533.

([2]) *Annalen der Chem. u. Pharm.*, t. CXXXIX, p. 211.

sité est devenue 1,81 ; après un nouveau traitement et un séjour de vingt-quatre heures en tube scellé, le produit eut pour densité 1,7 et distilla à 88°,5. La transformation en iodure d'isopropyle était complète.

» L'iodure d'allyle non refroidi s'échauffe beaucoup quand on y fait passer un courant d'acide iodhydrique, et l'iodure de propylène peut se décomposer avec violence et en masse ([1]). On peut le détruire à mesure qu'il se forme en chauffant légèrement ; mais alors on empêche sa transformation en iodure d'isopropyle, et l'on ne trouve plus à la fin qu'un dépôt d'iode avec un résidu goudronneux.

» Lorsque l'iodure d'allyle est mélangé d'iodure d'isopropyle, la décomposition de l'iodure de propylène est rendue plus difficile, mais elle est encore très violente, et l'on ne trouve, à la fin, que l'iodure d'isopropyle qu'il y avait au début. Cette opération constitue une *source commode et abondante de propylène*.

» L'iodure d'allyle (1^{mol}), maintenu à froid pendant vingt-quatre heures avec un excès d'acide iodhydrique (4^{mol}) très concentré, donne un mélange d'iodure de propylène et d'iodure d'isopropyle. Si l'on chauffe à reflux l'iodure d'allyle et l'acide iodhydrique, il se dégage du propylène avec une vitesse décroissante, et il reste de l'iodure d'isopropyle.

» Si l'on opère à 100°, en vase scellé, on assure la transformation totale en iodure d'isopropyle, parce que le gaz propylène qui se répand dans l'atmosphère du matras réagit à la longue sur l'acide iodhydrique.

» Lorsqu'on emploie, pour préparer l'iodure d'isopropyle, les données de Markownikoff, en ajoutant à la glycérine sèche 10 pour 100 d'eau seulement, la réaction est extrêmement violente, même avec le phosphore rouge, et fournit beaucoup d'iodure de propylène. Le produit non *cohobé* distille régulièrement, pour la moitié, de 90° à 95°.

» Puis la température s'élève vers 104°, et le liquide est soulevé en masse et transporté d'un bond dans le récipient. Là il éprouve encore des soubresauts violents, et il se forme un dépôt considérable d'iode.

» Il est impossible d'éviter la production de l'iodure de propylène dans le traitement de la glycérine sèche, par l'iode et le phosphore.

» MM. Berthelot et de Luca ont, en effet, montré depuis longtemps que l'action de l'iodure de phosphore sur la glycérine produit beaucoup

---

([1]) Cette décomposition peut se produire même dans un mélange réfrigérant, à un moment où l'acide iodhydrique arrive trop vite.

d'eau (¹). Cette eau sert, en partie, à faire de l'acide iodhydrique qui transforme l'iodure d'allyle en iodure de propylène. Une partie de ce nouvel iodure se décompose, comme l'atteste le dégagement de propylène, mais une autre portion se conserve et se retrouve dans le résidu de la rectification. En chauffant ce résidu dans une petite cornue, on observe le caractère explosif signalé plus haut (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur l'épichlorhydrine.* Note de M. **Ad. Fauconnier**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on soumet l'épichlorhydrine à l'action d'un courant de gaz ammoniac sec, à la température ordinaire, on ne constate tout d'abord aucun phénomène appréciable : le liquide n'augmente pas de poids d'une façon sensible, et il ne se produit pas d'élévation de température. Si l'on abandonne à elle-même l'épichlorhydrine ainsi traitée, dans un vase bouché et rempli de gaz ammoniac, on peut remarquer que ce gaz est absorbé au bout de vingt-quatre heures. On renouvelle alors le traitement et l'on abandonne de nouveau pendant vingt-quatre heures.

» A la quatrième saturation, le liquide devient visqueux et s'échauffe notablement : il faut alors avoir soin de refroidir sous un courant d'eau froide et de maintenir le produit à basse température d'une façon continue; si l'on néglige cette précaution, le liquide continue à s'échauffer et se carbonise entièrement en donnant lieu à une sorte d'explosion.

» Si l'on évite avec soin toute élévation de température, on voit le liquide se prendre, le cinquième ou le sixième jour, en une masse blanche, formée de cristaux microscopiques présentant la forme d'octaèdres tronqués sur les sommets.

» On purifie le produit en l'essorant vigoureusement à l'essoreuse, lavant à l'eau alcoolisée froide, enfin en dissolvant dans l'acide acétique faible et neutralisant par l'ammoniaque aqueuse. La solution laisse déposer au bout de quelques heures de petits cristaux blancs, présentant le même aspect que le produit brut, et fusibles à 92°-93°.

(¹) Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 16 octobre 1854 (*Annales de Chimie et de Physique,* 3ᵉ série, t. XLIII, p. 257).

(²) La présente étude sera exposée avec détail dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

» Le composé ainsi obtenu donne à l'analyse les chiffres suivants, en centièmes :

	I.	II.	III.	IV.	V.
C.........	36,51	36,70	»	»	»
H.........	6,21	6,25	»	»	»
Az.........	»	»	5,18	4,89	»
Cl.........	»	»	»	»	36,55

» Ces résultats conduisent à la formule $(C^3H^5ClO)^3AzH^3$, qui exige :

C..................................	36,67
H..................................	6,11
Az..................................	4,62
Cl..................................	36,16

» Le composé dont il s'agit a donc pris naissance par l'union directe de 1^{mol} d'ammoniaque et de 3^{mol} d'épichlorhydrine. On peut, par conséquent, lui attribuer l'une des deux formules

$$\begin{pmatrix} CH^2CL \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH^2 - \end{pmatrix}^3 Az \quad \text{ou} \quad \begin{pmatrix} CH^2Cl \\ | \\ CH - \\ | \\ CH^2OH \end{pmatrix}^3 Az,$$

et lui donner le nom de *trichloroxypropylamine*.

» Cette base est extrêmement altérable. Il suffit de la dissoudre à la température du bain-marie dans l'eau ou dans l'alcool pour la voir se transformer en un sirop incristallisable.

» Elle est presque insoluble à froid dans les réactifs neutres. Elle se dissout aisément dans les acides étendus en donnant des sels pour la plupart incristallisables, d'où on peut la reprécipiter sans altération par l'ammoniaque faible.

» Le *chlorhydrate* a pu être obtenu par évaporation dans le vide, à froid, de la solution chlorhydrique de la base : il se précipite en aiguilles mamelonnées, peu solubles dans l'alcool froid, assez solubles dans l'eau, et fusibles sans altération à 173°.

» Analyses de ce sel en centièmes :

	I.	II.	III.	Calculé pour $(C^3H^6ClO)^3Az.HCl$.
C...........	32,49	»	»	32,62
H...........	5,84	»	»	5,74
Az...........	»	4,27	»	4,23
Cl...........	»	»	42,44	42,90

» La solution acétique de trichloroxypropylamine présente les réactions suivantes : phosphotungstate de sodium, précipité blanc amorphe; phosphomolybdate de sodium, précipité jaune-citron amorphe; réactif de Nessler, précipité blanc amorphe; réactif de Bouchardat, précipité brun clair. Elle ne précipite pas par l'iodure double de mercure et de potassium, l'iodure double de cadmium et de potassium, le chlorure d'or, le chlorure de platine, le chlorure mercurique, ni par le ferrocyanure de potassium; elle n'est précipitée par l'acide picrique qu'en présence de carbonate de sodium.

» Enfin, en solution alcoolique, cette base donne à froid par le nitrate d'argent un précipité de chlorure d'argent; elle réduit lentement à froid le nitrate d'argent ammoniacal avec formation de miroir.

» L'action des alcalis, soit à froid, soit à chaud, ne m'a fourni jusqu'à présent que des substances ayant absolument l'aspect de la gélatine, et complètement insolubles dans tous les réactifs, même dans les acides concentrés et bouillants. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation peptonique de la viande.* Note de M. V. **Marcano**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 10 novembre 1884, je m'étais proposé de démontrer que la fermentation peptonique constituait le meilleur moyen pour transformer la fibrine musculaire en peptone pure de premier jet, et irréprochable au point de vue de l'odeur et de la conservation.

» Depuis cette époque, le procédé a reçu la sanction industrielle; pendant les trois dernières années depuis sa publication, il a servi régulièrement au Vénézuéla pour l'obtention de peptone destinée aux usages pharmaceutiques, sans qu'on ait eu à enregistrer le moindre accident. Cette fabrication industrielle m'a permis d'approfondir l'étude de la fermentation peptonique et de certains faits qui s'y rattachent.

» J'avais dit dans la Note mentionnée que, si l'on ajoute à de la viande hachée du jus d'Agave, la fermentation, pour être complète, exigeait trente-six heures. La pratique a montré que, si l'on ajoute en même temps à la viande les tissus de la plante préalablement soumis à la presse pour en extraire le jus, la dissolution de la fibrine s'accomplit en cinq ou six heures, toujours avec le rendement de 20 pour 100 en peptone, rendement presque théorique.

» Si l'on malaxe la viande hachée et exprimée, avec le tissu de la plante additionné de son jus, sans ajouter d'eau, la masse placée dans un flacon à l'étuve (35°) se gonfle peu à peu; dans le liquide, peu abondant du reste, qui en suinte, on ne décèle, même trois ou quatre heures après, qu'une faible proportion de peptone.

» Mais, si l'on prend le magma précédent et si, après y avoir ajouté de l'eau, on le chauffe, à peine la température atteint-elle 70°, que le tout se liquéfie presque instantanément, en donnant une solution de peptone aussi concentrée qu'on voudra, ne précipitant aucunement par le prussiate jaune de potassium.

» L'explication du fait est simple. J'ai démontré déjà (*loc. cit.*) qu'il se forme, dans le cas présent, une pepsine. Celle-ci s'unit à la fibrine du muscle, en formant un composé insoluble à la température de l'étuve, mais qui se dissout après dans une quantité suffisante d'eau à 70°. Un fait analogue a été découvert par Wurtz, qui a étudié la manière d'agir de la pepsine animale sur la fibrine du sang.

» Restait à éclaircir le rôle du tissu végétal dans cette fermentation. Pour cela, j'ai pris deux poids égaux de viande hachée; une certaine quantité de sève d'Agave a été divisée en deux parties égales, qu'on a ajoutées à chaque échantillon de viande, mais séparément, dans deux flacons chauffés à l'étuve. Le tissu qui a fourni le jus a été partagé en deux portions égales, et l'une d'elles a été bouillie dans l'eau; chacune a été introduite dans son flacon correspondant. Trois heures après, bien avant que les microbes peptonisants eussent eu le temps de prendre tout leur développement, les contenus des flacons ont été chauffés à l'ébullition, pour y doser comparativement la peptone formée. Le rendement a été constamment double dans le flacon qui avait reçu le tissu non bouilli.

» Si l'on remarque que la différence entre les contenus des deux flacons tient seulement à ce que l'un des tissus végétaux était privé de vitabilité par l'ébullition, on est conduit à attribuer à la cellule végétale vivante la faculté de peptoniser les albuminoïdes, de même qu'on lui avait reconnu déjà celle de faire fermenter alcooliquement le sucre (1).

---

(1) Pour mettre en relief, d'une autre façon, ce pouvoir peptogène des cellules végétales, je fais l'expérience suivante.

Je prends des pois avant maturité qui, une fois écrasés, sont épuisés par l'eau tiède pour enlever toute la légumine. La masse humide est abandonnée dans un flacon à l'étuve; ensuite on la traite, cinq heures après, par l'*eau froide* qui entraîne une forte

» Pour terminer, je rappellerai qu'on a essayé, sans résultats satisfaisants, la digestion artificielle des albuminoïdes en les soumettant à l'action des microbes cultivés de la bouche et des intestins. On a attribué cet échec à l'impossibilité, pour la peptone, de se dialyser au fur et à mesure de sa production. Pourtant, dans la fermentation peptonique que j'ai décrite et telle qu'elle marche, même industriellement, se trouvent réunies les conditions présentées par les matières qui parcourent le tube intestinal, et, malgré l'impossibilité de la dialyse, la transformation en peptone s'opère intégralement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude comparative des pouvoirs antiseptiques du cyanure de mercure, de l'oxycyanure de mercure et du sublimé.* Note de M. CHIBRET.

« 1° Les solutions de HgOHgCy ont une réaction légèrement alcaline et ne précipitent que très peu l'albumine. Ces solutions sont beaucoup moins irritantes pour les tissus que les solutions de sublimé. La solution au $\frac{1}{1500}$ est bien tolérée par les muqueuses et les plaies.

» 2° L'absorption des solutions de HgOHgCy par les tissus paraît moindre que celle des solutions de sublimé.

» 3° La solution de HgOHgCy au $\frac{1}{1500}$ attaque d'une façon négligeable les métaux usités en Chirurgie, tels que acier, argent, cuivre, maillechort; elle ne se décompose pas à la lumière.

» 4° Essayé pour la conservation du bouillon nutritif peptonisé, généralement employé pour la culture des microbes pathogènes, le pouvoir antiseptique de HgOHgCy se montre six fois plus grand que celui de HgCl ($\frac{1}{12000}$ de HgOHgCy conserve ce bouillon comme $\frac{1}{2000}$ de HgCl).

» 5° La constatation de ces faits m'a déterminé à étudier comparativement l'action destructive de HgOHgCy, HgCy, HgCl sur le *Micrococcus aureus* pyogène.

---

proportion de peptone, facile à mettre en évidence par le sulfate de cuivre et la potasse.

Avec les pois préalablement chauffés, la peptonisation, dans les mêmes conditions, ne se produit pas.

Il a été constaté que les cellules jeunes des plantes ont plus d'activité que celles qui sont plus âgées.

» Pour cela, j'ai pris des cultures pures d'*aureus* sur agar et les ai soumises à des bains antiseptiques courts, longs ou prolongés; ces bains étaient forts, moyens ou faibles. Dans toutes les expériences on concluait à l'action destructive du bain sur l'*aureus* si un repiquage de l'*aureus* baigné s'y montrait stérile.

» Il résulte d'une longue série d'expériences que l'HgOHgCy au $\frac{1}{1300}$ agit comme l'HgCl au $\frac{1}{1100}$; que l'HgCy agit un peu moins bien que l'HgOHgCy; que les solutions au $\frac{1}{100}$ d'HgOHgCy, HgCy, HgCl tuent l'*aureus* en cinq minutes; que les mêmes solutions au $\frac{1}{1000}$ le tuent en moins d'une heure, que ces mêmes solutions au $\frac{1}{3000}$ ne commencent à le tuer qu'au bout de quatre heures et que des cultures d'*aureus* peuvent survivre même après dix heures de bain.

» Les bains faibles et prolongés au $\frac{1}{3000}$, qui ne détruisent pas l'*aureus*, agissent cependant sur lui en diminuant sa fécondité. En effet, des cultures sur gélatine démontrent que l'*aureus*, après ces bains, fluidifie la gélatine moins rapidement et en moins grande quantité que l'*aureus* non baigné.

» Dans une autre série d'expériences, afin d'étudier l'influence du milieu ou terrain, l'*agar était seul baigné*, puis ensemencé.

» Un bain sur agar de trois minutes avec une solution au $\frac{1}{3000}$ de HgCl, HgCy, HgOHgCy suffit pour rendre la surface de l'agar impropre à la culture de l'*aureus*. Cette infertilité subsiste durant plusieurs jours et plus longtemps pour l'agar baigné avec HgCy, HgO et HgCy que pour celui baigné avec HgCl.

» 6° Employé en Chirurgie sur les surfaces suppurantes ou pour rendre aseptiques les muqueuses, et particulièrement la conjonctive, la solution HgO-HgCy au $\frac{1}{1500}$ permet d'obtenir une asepsie supérieure à celle que l'on obtient par le sublimé, tant à cause de sa tolérance des tissus que par suite de la faible absorption. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La surdité paradoxale et son opération.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouchard.

« Dans la *surdité paradoxale*, ou *paracousie de Willis*, le patient est sourd pour la parole dans une chambre isolée, dans le silence; et cependant il entend la même parole dans le bruit, en voiture, en chemin de fer, dans la rue, etc., et, en général, dans les milieux où s'entrecoupent pendant un

temps assez prolongé des ondes sonores multiples. Cette surdité, très anciennement connue, n'a pas encore de pathogénie précise ni de thérapeutique. Voici un résumé de ce que nos recherches nous ont appris sur le mécanisme et le traitement opératoire de cette singulière surdité.

» La surdité paradoxale, qui est habituellement grave, progressive et quelquefois héréditaire, est, comme nous allons le démontrer, une *surdité par compression labyrinthique*, c'est une *variété d'otopiésis* (de οὖς, ὠτός, oreille; πίεσις, compression).

» Elle n'est cependant pas modifiée par les moyens ordinaires de décompression labyrinthique, tels que les insufflations d'air, etc., qui n'arrêtent même pas la marche progressive de la maladie. Parfois les insufflations semblent aggraver la surdité, car tout est paradoxal en apparence dans cette surdité : c'est que cés moyens sont généralement insuffisants pour produire la décompression du labyrinthe. Mais si l'on décomprime directement le labyrinthe, par l'opération de la mobilisation de l'étrier, d'après la méthode que nous avons indiquée ([1]), la surdité diminue et le malade recommence à entendre mieux la parole dans les milieux silencieux.

» Cette amélioration de l'ouïe est proportionnelle à ce qui reste du nerf acoustique; plus exactement, l'audition de la parole dans les milieux silencieux devient égale, au moins, à l'audition dans les milieux bruyants, voitures, wagons de chemin de fer, etc. Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire les plus récents, dans les cas où la compression est faible, l'ouïe est aussi légèrement améliorée dans les milieux bruyants.

» Les cas de surdité paradoxale sont même les cas les plus avantageux et les plus certains pour les résultats opératoires. Ainsi, sur cinquante-deux opérations de mobilisation de l'étrier pour les différentes formes de surdités otopiésiques, nous avons opéré neuf cas de surdité paradoxale qui ont donné de bons effets. Ces résultats sont conformes à la théorie. Tant que l'oreille est capable de percevoir les harmoniques de la parole au milieu du bruit, c'est que les éléments anatomiques nécessaires à cette perception existent encore; mais ils sont comprimés et gênés dans leur fonctionnement. Dès que la décompression opératoire du labyrinthe est effectuée, il s'établit un fonctionnement plus régulier de ces éléments, percepteurs des harmoniques de la parole.

» Le point de départ de la compression labyrinthique dans la *surdité*

([1]) Boucheron, *Opération de la surdité otopiésique* (*Comptes rendus* du 23 avril 1887).

paradoxale est, dans la majorité des cas au moins, le catarrhe naso-pharyngo-tubaire, soit infectieux, soit arthritique, *a frigore*, syphilitique, etc., avec l'obstruction intermittente de la trompe d'Eustache, le vide de la caisse tympanique par résorption de l'air y contenu, la compression par l'atmosphère, sans contrepoids, sur la membrane tympanique, compression transmise par les osselets et l'étrier aux liquides labyrinthiques et aux nerfs acoustiques; d'où la destruction progressive des nerfs. Nous avons constaté, chez nos malades, la présence du catarrhe tubaire à répétition et l'aggravation de la surdité lors de chaque retour du catarrhe.

» Ce qui fait que les insufflations d'air sont insuffisantes pour remédier à la compression labyrinthique, c'est que, le plus souvent, elles sont employées trop tard, lorsque l'étrier est déjà fixé, en état d'enfoncement, par une immobilisation prolongée; car le malade, trompé par sa demi-audition dans le bruit, n'est convaincu que tardivement de la diminution réelle et progressive de l'ouïe. Si les insufflations paraissent quelquefois augmenter la surdité, c'est que l'air, accumulé dans la caisse, presse sur les fenêtres labyrinthiques, au lieu de dégager l'étrier déjà fixé. Car l'insufflation ne décomprime le labyrinthe que si la dépression, produite par l'éloignement du tympan et le dégagement de l'étrier, est plus considérable que la pression exercée sur les deux fenêtres. Si l'étrier est fixé, il n'y a ni dégagement ni dépression, mais une pression sur la fenêtre ronde et, par conséquent, sur le labyrinthe.

» L'interprétation du symptôme principal de la paracousie (audition de la parole dans les milieux bruyants, surdité dans les milieux silencieux) a suscité beaucoup de recherches. L'expérience la plus originale est celle de Politzer, montrant que les vibrations d'un diapason, placé sur le crâne, améliorent l'audition comme les vibrations d'une voiture, d'un tambour (Lœvenberg).

» L'application d'une montre sur l'apophyse mastoïde améliore aussi l'audition de la parole (Boucheron). Il y a aussi amélioration quand ce sont les vibrations d'un piano, d'un orgue qui sont entendues en même temps que la parole. Nous avons remarqué qu'avec les notes basses du piano la parole est entendue sur un ton un peu bas, et qu'avec les notes hautes la parole semble s'élever. Les sons musicaux ou réguliers ont donc la même action que les sons non musicaux irréguliers.

» Quant à la nature de la *surdité paradoxale*, elle se trouve précisée par les remarques que nous avons faites antérieurement sur les *surdités dissociées*. Nous avons montré que certains malades ont une *surdité dissociée*,

portant, pour les uns, seulement sur les sons fondamentaux; pour les autres, seulement sur les harmoniques de la parole [1], la plupart ayant toutefois une surdité à peu près égale pour les sons fondamentaux et les harmoniques de la parole. Dans la *surdité paradoxale*, la parole est entendue dans le bruit; c'est donc une demi-surdité pour les harmoniques de la parole existant seulement dans les milieux silencieux.

» Ces surdités sont presque toutes des variétés d'*otopiésis*.

» Dans toutes ces surdités produites par une compression labyrinthique, on obtient une amélioration par la décompression du labyrinthe, soit à l'aide de moyens simples, quand ils sont suffisants; soit par l'opération de la mobilisation de l'étrier, qui est sans danger, si nous en jugeons par nos 52 premiers cas, où nous n'avons observé aucun accident sérieux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la sécrétion cutanée de l'albumine chez le cheval.* Note de M. **A. Leclerc**, présentée par M. Schlœsing. (Extrait.)

« Dans mes études sur l'alimentation du cheval, j'ai été amené à rechercher quelle est la composition de l'écume blanche qu'on observe si souvent sur les chevaux en sueur. Cette écume se résout à la longue en un liquide opalescent très difficile à filtrer, et contenant *toujours*, à côté des chlorures alcalins qui sont abondants, de l'albumine, des sels ammoniacaux, de l'urée et, en outre, un ou des composés organiques azotés (sudorates alcalins?).

» Si la présence de l'ammoniaque, de l'urée, des sudorates et des chlorures alcalins n'a pas lieu d'étonner, il n'en est plus de même de l'albumine. Comment ce composé si important est-il éliminé par la peau? Voilà assurément un problème physiologique d'un grand intérêt. La fatigue consécutive à une sueur abondante est-elle en rapport avec la perte d'albumine? Mon but n'est pas de répondre à ces questions : je me propose seulement de montrer, par quelques chiffres, que le poids d'albumine éliminée par la peau n'est pas négligeable, et qu'il est nécessaire d'en tenir compte lorsqu'on veut établir le bilan de l'azote dans les études d'ali-

---

[1] Boucheron, *Surdité pour les harmoniques de la parole dans l'otopiésis* (*Comptes rendus*, 26 mars 1888).

mentation. Jusqu'ici, il ne me paraît pas que l'albumine ait été considérée comme élément normal de la sueur. Divers observateurs ont constaté son absence dans la sueur humaine; sa présence a été plutôt considérée comme accidentelle; mais, en ce qui concerne le cheval, la sécrétion cutanée de l'albumine doit être considérée comme permanente.

» Je vais d'abord indiquer la composition de la sueur recueillie sur le cheval dont les poils sont très mouillés. Je donnerai ensuite les chiffres relatifs à la perte journalière d'albumine par la peau.

» Le 9 mai 1887, je recueille de la sueur sur le cheval n° 1. Elle est mousseuse et souillée de poussières. 1^{lit} de cette sueur contenait $3^{gr},71$ d'azote et $15^{gr},60$ d'albumine.

» Ces $15^{gr},60$ d'albumine contenant $2^{gr},449$ d'azote, il restait, par conséquent, $3^{gr},710 - 2^{gr},449 = 1^{gr},261$ d'azote sous forme d'ammoniaque, d'urée et de sudorates.

» Le 17 mai 1887, j'ai encore recueilli de la sueur sur ce même cheval; 1^{lit} de cette sueur contenait :

	Chlorures alcalins	$28^{gr},325$
	Azote total	$2^{gr},655$
dont	Azote de l'urée	$0^{gr},548$
	Albumine	$11^{gr},200$

» Dans cette albumine, on a dosé l'azote pour s'assurer de son identité; sur 56^{mgr} d'albumine, on a dosé $8^{mgr},6$ au lieu de $8^{mgr},7$, chiffre théorique qu'on devait trouver.

» Mais si intéressants que soient ces chiffres, ils n'indiquent pas la production moyenne journalière de ces éléments. Au reste, la composition de la sueur varie considérablement suivant qu'elle est recueillie au début ou à la fin de la sudation. Pour éliminer ces différences, je me suis astreint à laver complètement le cheval, et cela pendant quatre jours consécutifs. Les eaux de lavage étaient soigneusement recueillies et analysées.

Cheval n° 1 (ce cheval sue facilement pendant le travail).

Date des lavages.	Eau de lavage recueillie.	Azote ammoniacal.	Azote des sudorates et de l'urée.	Albumine.	Azote de l'albumine.	Azote total.	Chlorures alcalins exprimés en NaCl.
	kgr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
15 juin 1887....	9,960	0,287	0,286	10,308	1,649	2,613	»
16 »	7,940	0,267	0,431	5,558	0,889	1,616	»
17 »	8,390	0,105	0,230	4,237	0,668	1,014	»
18 »	9,250	0,115	0,181	5,596	0,895	1,237	»

Cheval nº 3 (ce cheval sue difficilement pendant le travail).

Date des lavages.	Eau de lavage recueillie.	Azote ammo-niacal.	Azote des sudorates et de l'urée.	Albumine.	Azote de l'albumine.	Azote total.	Chlorures alcalins exprimés en Na Cl.
	kgr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
20 juin 1887....	10,430	0,200	0,767	8,605	1,376	2,569	25,366
21 »	8,310	0,119	0,359	2,701	0,432	?	6,713
22 »	9,440	0,121	0,166	2,690	0,432	0,900	6,417
23 »	11,120	0,124	0,145	4,114	0,658	0,890	8,327

» Donc la transpiration cutanée latente, c'est-à-dire celle qui ne mouille pas le cheval, occasionne une perte journalière d'azote qu'on peut évaluer au minimum à 1^{gr} par jour. Mais quelle serait la perte journalière d'azote qui résulterait d'une sudation abondante et prolongée?

» Les expériences tentées dans le but de mesurer la quantité de sueur sécrétée par la peau de l'homme ont montré qu'elle paraît être avec l'exhalation pulmonaire dans le rapport de 7 à 12 (1). En appliquant ces données, par exemple au cheval nº 1, qui a travaillé au trot en mai 1881 (2), on trouve que, sur la transpiration pulmonaire et cutanée moyenne journalière de $13^{kg},366$, il y aurait eu production de $4^{kg},924$ de sueur mouillant le cheval, qui, à raison de 15^{gr} d'albumine par litre, auraient éliminé environ $73^{gr},86$ d'albumine contenant $12^{gr},06$ d'azote. Or, pour ce mois d'expérience et pour ce cheval, on a constaté un déficit moyen journalier de $9^{gr},49$ d'azote (3). Ne serait-ce pas à une cause de cette nature que serait due une partie, sinon la totalité des déficits d'azote que nous avons constatés dans nos expériences de 1880-1882 et celles qui ont suivi?

» La sueur, en se desséchant, laisse sur le corps du cheval un dépôt blanc formé principalement d'albumine et de chlorures alcalins. Ce dépôt a alors l'aspect de pellicules blanches que l'étrille enlève facilement, et qui jusqu'ici ont été considérées comme étant des débris épithéliaux. Il est aisé de s'assurer que ces derniers sont en très faible proportion : l'albumine, n'ayant été que desséchée à la température du corps du cheval, est encore

(1) C.-G. Lehmann, *Chimie physiologique.* Traduction de Drion.

(2) L. Grandeau et A. Leclerc, *Études expérimentales sur l'alimentation du cheval de trait,* deuxième Mémoire, p. 151.

(3) Même Mémoire, page 167.

soluble dans l'eau; on l'extrait aisément des poussières du pansage avec de l'eau à 50°, et l'on s'assure de sa pureté par un dosage d'azote. L'albumine obtenue ainsi soit par coagulation, soit par précipitation avec l'acide acétique, a fourni une moyenne de 15,77 pour 100 d'azote (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'emploi de nasses pour des recherches zoologiques en eau profonde.* Note de M. le prince **Albert de Monaco**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Lorsque, en 1886, je m'occupais d'approprier l'*Hirondelle* à des recherches zoologiques en eau profonde, la vulgarité des appareils de traînage précédemment employés pour des travaux semblables me frappa. N'était-il pas évident que la drague et le chalut, sacs plus ou moins étroits promenés sur le fond de la mer, ne pouvaient prendre en général que des organismes fixés, ou bien les plus lents parmi ceux qui se déplacent?

» D'autre part, un traînage aussi brutal mutilant beaucoup d'organismes délicats, il devenait souvent impossible de reconstituer leurs formes et d'établir nettement le rôle que tenaient dans ces altérations les phénomènes d'ordre physiologique tels que la décompression.

» J'ai cru possible de compléter l'emploi du chalut par celui d'une nasse dans laquelle des espèces voraces, attirées au moyen d'amorces, remonteraient jusqu'à la surface, protégées contre toute détérioration d'ordre accidentel.

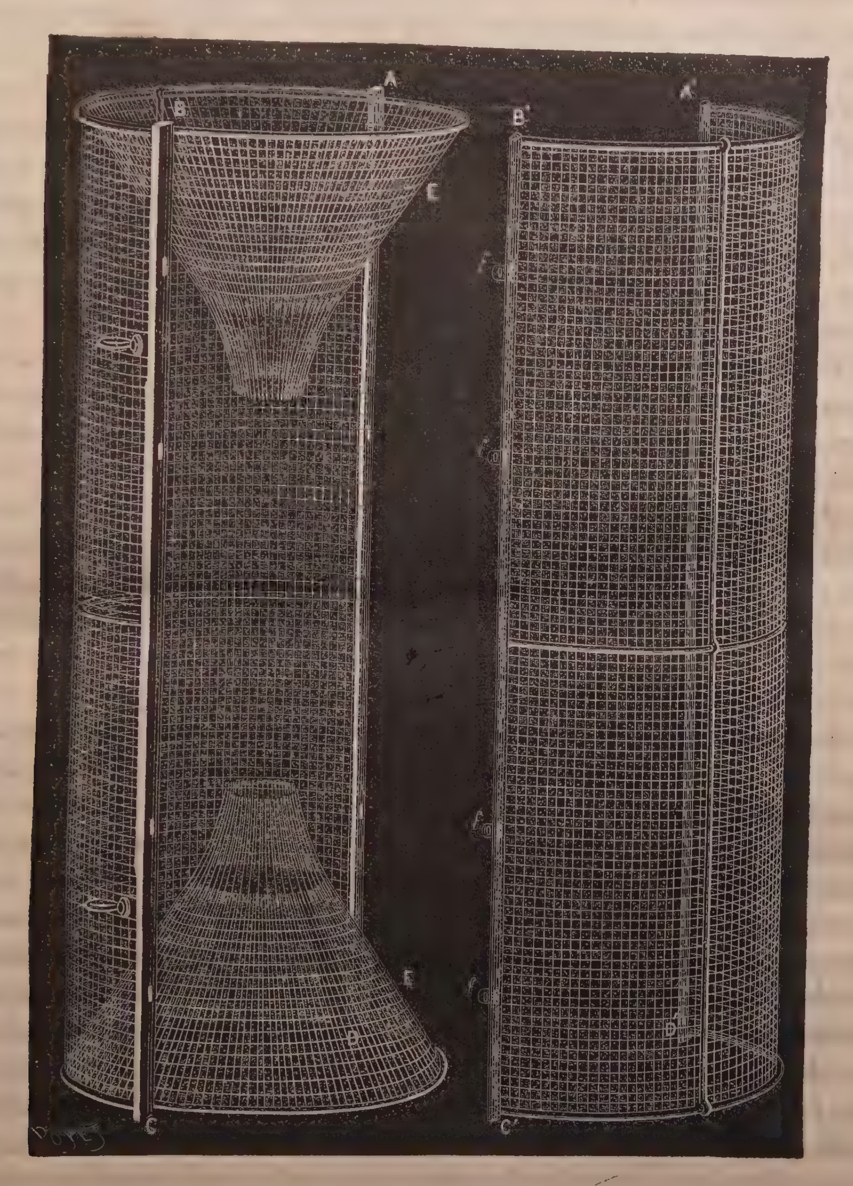
» L'arsenal de Lorient construisit sur mes plans une première nasse, dont j'ai fait connaître les proportions ; elle fut immergée deux fois pendant dix-huit heures, par 14^{m} et 120^{m} de profondeur, lestée avec 15^{kg} à 30^{kg} de fonte ; on lui fixait un câble en chanvre relié par son autre bout à une bouée faite de barriques surmontées d'un voyant.

» A la troisième expérience, tentée par une profondeur de 363^{m}, le câble se rompit dans l'effort nécessaire pour décoller la nasse, qui avait sans doute pénétré dans la vase, très molle sur ce point, et tout fut perdu.

» Pour la campagne de 1887, l'arsenal de Lorient construisit trois nouvelles nasses : l'une semblable à la précédente, mais rendue plus légère

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de la Compagnie générale des Voitures, à Paris.

par la substitution de plusieurs montants en bois à quelques-uns des montants en fer ; la deuxième, de forme analogue, avec une dimension moindre ; la troisième, encore plus réduite.



» Dans un premier essai, j'ai descendu le moyen de ces engins près de la côte nord de l'île Pico (Açores), par 38° 55′ lat. N. et 30° 48′ long. O., jusqu'à une profondeur de 758^{m}. Cette fois un fil d'acier, résistant à 320^{kg},

remplaçait l'ancien câble de chanvre; mais, pour la même raison sans doute, il cassa également.

» Quelques jours plus tard, une double expérience fut tentée non loin du même endroit, par 38° 38′ lat. N. et 30° 28′ long. O., à 620^{m} de profondeur. On descendit la grande et la moyenne nasse tout près l'une de l'autre : la première par un câble de chanvre capable de supporter une charge d'au moins 1000^{kg}; la seconde, par une ligne sept ou huit fois moins forte. Après un séjour de vingt-quatre heures sur le fond, elles en rapportèrent vivants cinq ou six grands crustacés, dont un nouveau probablement, et quelques poissons d'assez grande taille dont l'un vivait également, tandis que les autres étaient plus ou moins détériorés par la décompression.

» Ces quatre premières expériences, sans précédent je crois, m'ont rapporté environ vingt espèces qui auraient subi l'attraction d'une amorce organique rehaussée par l'adjonction de quelques objets clinquants.

» Pour la présente campagne, l'*Hirondelle* est munie de trois nasses pareilles aux précédentes, avec une maille plus large, pour diminuer le frottement et le poids; d'un câble spécial de 42 fils d'acier en 6 torons, mesurant 4^{mm},5 et résistant à 1000^{kg}; il a 3000^{m} de longueur et se sectionne en six bouts de 500^{m} réunis par des joints en acier rapidement ouverts ou fermés. Une bobine-treuil est affectée à la manœuvre de tout l'appareil.

» La facilité relative acquise de la sorte par ces opérations ayant fait concevoir à M. le Dr Paul Regnard la pensée qu'une pile capable de produire l'incandescence d'un fil pourrait être placée dans une nasse et descendue à diverses profondeurs pour de nouvelles investigations zoologiques, j'ai fait construire dans ce but une nasse spéciale dont voici la description : le corps est cylindrique, en toile métallique de 1^{cm} de maille; trois entrées coniques donnent accès à l'intérieur, l'une par le sommet du cylindre, deux autres par ses côtés; une porte également latérale permet d'introduire la pile. Sur la base du cylindre, un plancher métallique, composé de deux feuilles mobiles en charnière autour d'un axe diamétral à cette base, et qui, pendant la descente, sont maintenues horizontales par un fil, doit empêcher la nasse de pénétrer dans les terrains mous. Dès la première résistance que le plancher présente à la colonne d'eau appuyée sur lui quand la nasse remonte, le fil casse, les deux feuilles du plancher retombent verticalement et soulagent d'autant l'effort que subit le câble. Cette nasse, contenant un appareil lumineux dont M. le Dr Regnard

rendra compte à l'Académie, a été essayée près de l'île de Groix pendant la nuit du 24 au 25 juin et devant Belle-Ile dans la nuit du 26 juin. »

ZOOLOGIE. — *Sur un dispositif destiné à éclairer les eaux profondes.* Note de M. P. **Regnard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Il est de connaissance vulgaire que beaucoup d'animaux sont attirés par la lumière; certains insectes se brûlent aux bougies, les papillons de nuit se prennent à des pièges éclairés, les oiseaux de mer viennent se jeter sur les lentilles des phares. Les poissons vont aussi à la lumière ou aux objets brillants. On prend les thons au moyen d'un objet en fer-blanc, tournoyant auprès de l'hameçon; un appât excellent pour les casiers à homards consiste en fragments d'assiettes cassées : la pêche au fanal est si productive que la loi a pris la peine de la défendre.

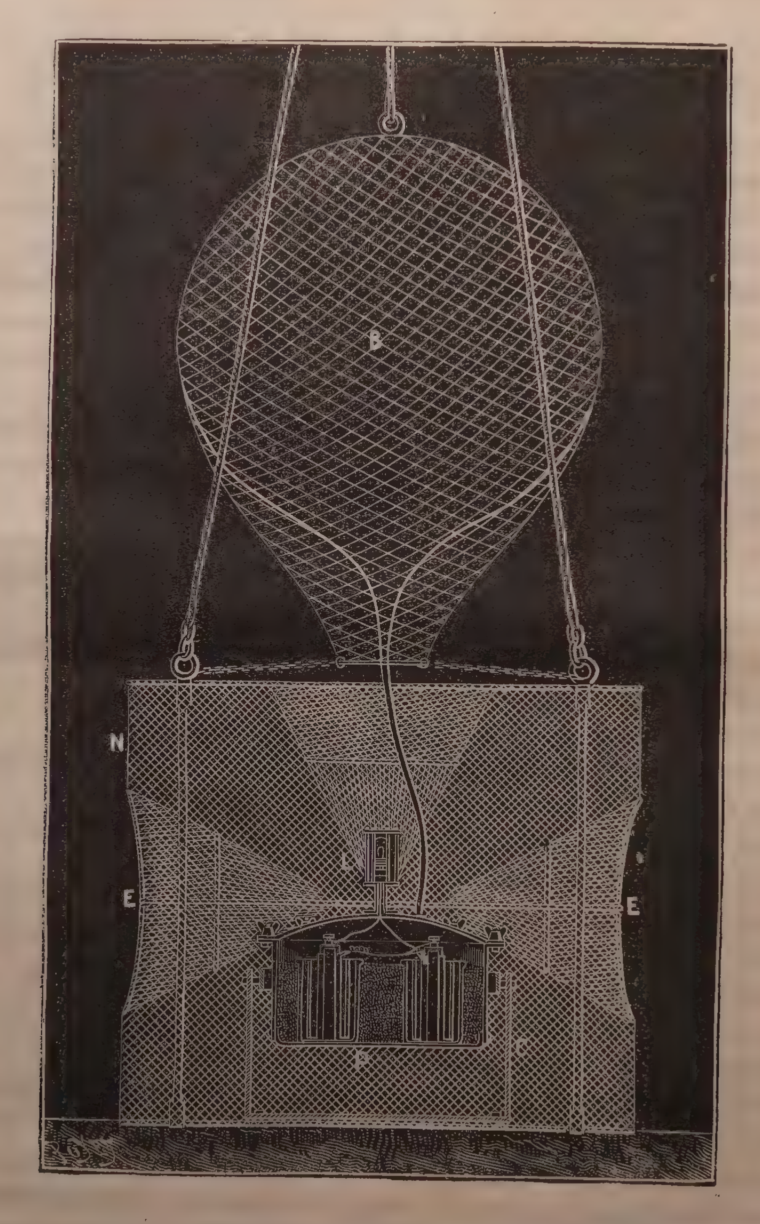
» Nous nous sommes donc demandé ce que produirait la vue de la lumière aux animaux qui vivent dans les grands fonds de l'Océan où elle ne pénètre guère, sinon pas du tout.

» Notre expérience a deux buts : résoudre une question de Physiologie générale, constituer un piège qui permettrait de capturer des espèces encore inconnues habitant les eaux profondes.

» Nous avons essayé de faire un appareil qui permît d'éclairer les grands fonds de l'Océan.

» La seule lumière que l'on puisse envoyer dans les grandes profondeurs est la lumière électrique; toutes les autres exigent le concours de l'oxygène de l'air et doivent être rejetées. Mais, même avec la lumière électrique, le problème est encore des plus compliqués. La première idée qui se présente est de construire une nasse, un casier, dans lesquels se trouverait une lampe à incandescence reliée à un navire par un câble, l'électricité étant produite à bord. Cette combinaison très simple est absolument impraticable. En effet, ou bien la nasse sera entre deux eaux et suivra le navire à la traîne, et alors, comme elle ne sera jamais immobile, il n'y entrera jamais rien; ou bien elle sera coulée sur le fond et, comme le navire ne peut rester sans mouvement, elle sera rapidement mise en morceaux. La seule solution est donc de couler l'appareil avec la pile, source de la lumière électrique, et de l'abandonner avec une bouée. C'est ce dernier parti que nous avons pris : il présente quelques difficultés, comme on va voir; il faut, en effet, que les piles soient placées dans une boîte fermée et étanche. Or à 4000^{m} il y a une pression de 400^{atm}.

Quelle boîte peut résister à une pareille pression, quelle fermeture peut la supporter sans laisser entrer l'eau immédiatement? Ce que nous avons



voulu obtenir, ç'a été que la pression fût égale en dedans et en dehors de notre appareil et par conséquent nulle.

» Nous nous y sommes pris de la façon suivante. Les piles (qui sont de simples bunsens dans lesquelles l'acide azotique est remplacé par de l'acide chromique), les piles, dis-je, sont dans une boîte en fer close par un couvercle serré par des boulons sur une bague de caoutchouc : ce couvercle est percé de deux trous; l'un laisse passer les fils qui vont des piles à une lampe Edison de 12 volts, l'autre se termine par un tube où aboutit un ballon situé au-dessus et rempli d'air; ce ballon, en toile caoutchoutée, est soutenu par un filet solide. Quand on immerge ce système, le ballon se comprime à mesure qu'il s'enfonce, et il injecte dans la boîte des piles de l'air juste à la pression à laquelle elle est soumise au lieu même où elle se trouve. Il y a donc pression égale en dehors et en dedans de la boîte et par conséquent pression nulle, fût-on à une profondeur immense.

» La lampe et sa pile sont suspendues sur une cardan et placées dans une de ces nasses dont le Prince de Monaco a donné la description. Le tout est en ce moment embarqué sur la goëlette *l'Hirondelle* et sera mis en essai dans les grands fonds près des Açores. Une première expérience préliminaire a eu lieu devant Groix et une seconde devant Belle-Ile. La lampe a fonctionné pendant les deux nuits par un fond de 20^{m} environ; la nasse a rapporté plusieurs espèces de Crustacés.

» Si les animaux de la faune abyssale sont lucifuges, notre casier lumineux reviendra vide des grands fonds, mais alors nous aurons résolu un point de Physiologie générale : s'il en est autrement, nous pouvons espérer recueillir un certain nombre d'espèces nouvelles. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le mode de locomotion des Chenilles.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Marey.

« Dans une Note déjà ancienne ([1]), j'ai décrit le mode typique de locomotion des Insectes et des Arachnides. Aujourd'hui, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes observations sur la locomotion des Chenilles, résultat qui aura pour but, non seulement de faire connaître ce mode de locomotion, mais encore de supprimer une erreur classique.

» Il est de règle, en effet, d'admettre que, dans la locomotion terrestre, deux pattes d'une même paire ne se meuvent jamais simultanément; or les observations que je viens de faire sur les Chenilles donnent un démenti formel à cette manière de voir.

([1]) *Comptes rendus* du 29 décembre 1879.

» On sait que le corps des Chenilles se compose de douze anneaux, indépendamment de la tête. Les trois premiers anneaux ont chacun une paire de pattes pointues (*pattes écailleuses*), que nous appellerons (1, 2, 3); ensuite viennent deux anneaux apodes, suivis de quatre anneaux munis chacun d'une paire de pattes élargies, généralement armées de crochets (*pattes membraneuses* ou *fausses pattes*), pattes que nous nommerons (4, 5, 6, 7). Puis viennent, de nouveau, deux anneaux apodes et enfin le dernier anneau terminé par deux pattes membraneuses (*pattes anales*), auxquelles nous attribuerons le chiffre (8). Ainsi, pas de fausses pattes sur les deux premiers, ni sur les deux avant-derniers anneaux de l'abdomen; en tout seize pattes, abstraction faite de quelques cas particuliers sur lesquels nous insisterons à la fin de cette Note.

» Si l'on prend une Chenille ordinaire, c'est-à-dire une Chenille à huit paires de pattes, et qu'on la fasse marcher sur le plat d'une règle à dessin, maintenue à la hauteur de l'œil, on voit que *les deux pattes d'une même paire se soulèvent toujours en même temps*. Il n'y a donc qu'à examiner huit pattes au lieu de seize. Pour cela, on fera marcher la Chenille sur le tranchant de la règle plate maintenue cette fois verticalement et de préférence sur le tranchant inférieur, genre de locomotion protectrice qu'affectionne la Chenille sur les branches et dans lequel les pattes sont plus faciles à observer si l'animal est couvert de longs poils. On voit alors parfaitement les pattes de profil, mais on éprouve tout d'abord une extrême difficulté à se rendre compte de l'ordre de leurs mouvements. En considérant attentivement d'abord deux pattes consécutives, puis l'ensemble des pattes membraneuses, enfin la première patte membraneuse en même temps que la membrane écailleuse, on observe ce qui suit :

» Soit une Chenille arrêtée, le corps bien étendu. Son premier mouvement va détacher la patte anale (8) et la rapprocher de la patte (7) en contractant les deux avant-derniers anneaux apodes qui la séparent de cette patte. Aussitôt les quatre premières fausses pattes (4, 5, 6, 7) se détachent d'*arrière en avant*, dans l'ordre (7, 6, 5, 4), mais elles sont, en même temps, poussées en avant par le relâchement des deux avant-derniers anneaux apodes, comme par un ressort qui se détend. Cette série de mouvements progressifs des anneaux arrive, comme une ondulation, aux deux premiers anneaux apodes de l'abdomen maintenus par les pattes écailleuses des trois premiers anneaux. Ces deux anneaux apodes de devant sont donc comprimés par la détente des deux anneaux apodes de derrière, et la patte (4) arrive ainsi dans le voisinage de la patte (3) ou

troisième patte écailleuse. Immédiatement cette patte se soulève et, presque simultanément, quoique successivement, se soulèvent aussi les pattes (2) et (1).

» Ainsi s'effectue la locomotion ou marche de la Chenille; c'est une ondulation formée par un saut de deux pattes opposées qui se propage de l'arrière à l'avant du corps.

» On comprend maintenant pourquoi les fausses pattes sont si robustes à côté des autres. On pourrait les appeler les *pattes-amarres,* car ce sont elles qui maintiennent, en réalité, la Chenille et commandent la progression. Ce sont elles aussi qui assurent la station et fixent la Chenille, au moment de la nymphose. Ce sont donc, en réalité, les *vraies pattes de la Chenille* et non pas les fausses pattes, comme on le dit. Au contraire, les pattes écailleuses sont, physiologiquement parlant, les *fausses pattes de la Chenille;* mais elles seront, plus tard, les vraies pattes, les seules pattes même du Papillon. Nous proposons donc de supprimer l'expression de *fausses pattes*, qui est inexacte, et de la remplacer par celle de *pattes membraneuses,* qui est mieux en opposition avec celle de *pattes écailleuses*.

» On s'explique aussi pourquoi, chez les Chenilles des *Cossus* et quelques autres Chenilles xylophages, les pattes membraneuses sont rudimentaires ou dépourvues de crochets.

» Cette disposition est en corrélation avec leur vie dans l'intérieur des troncs où elles creusent des galeries, comme les larves à pattes très courtes ou nulles des Coléoptères xylophages; mais, en revanche, l'appareil masticateur s'est développé en proportion de son fonctionnement, c'est-à-dire en raison inverse de l'appareil locomoteur. De part et d'autre, le même genre de vie a amené des dispositions semblables chez des êtres appartenant à des ordres différents. Enfin les considérations qui précèdent permettent d'expliquer comment il se fait que, quand les Chenilles ne possèdent que trois paires de pattes membraneuses (*Chenilles demi-arpenteuses*), ce sont les trois dernières paires qui restent. Quand il n'y a plus que deux paires de pattes membraneuses (*Chenilles arpenteuses*), ce sont les deux dernières aussi qui restent, et alors la Chenille, privée de ses pattes intermédiaires, recourbe son corps en boucle pour rapprocher ses pattes écailleuses de ses pattes membraneuses, puis détache les premières et les porte en avant pour les fixer à leur tour, marchant pour ainsi dire comme une sangsue, genre défectueux de locomotion qui les met, sous ce rapport, dans une situation inférieure à celle des Chenilles à seize pattes; aussi ont-elles d'autres moyens d'échapper à leurs ennemis. En effet, ces

Chenilles qui vivent sur les écorces ont une couleur grise ou verdâtre qui leur permet de passer inaperçues. Ce sont elles aussi (*Arpenteuses en bâton*) qui restent fixées par les pattes de derrière avec le corps raidi, simulant une baguette, et qui également se dérobent brusquement en se laissant couler au bout d'une soie qu'elles filent tout en se laissant tomber. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Formation de la gastrula, du mésoblaste et de la chorde dorsale chez l'Axolotl.* Note de MM. **F. Houssay** et **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Environ vingt heures après la ponte, l'œuf de l'Axolotl, après avoir subi une segmentation un peu différente de celle que l'on décrit pour les Batraciens, et que nous ferons prochainement connaître, se présente comme une sphère avec deux pôles : l'un noir, formé de petites cellules; l'autre gris clair, formé par des cellules plus grosses. Entre ces deux sortes de sphères, existe une cavité de segmentation. Malgré la différence de taille et d'aspect, il n'y a pas lieu de faire encore une distinction radicale entre ces deux groupes de cellules. Il est inexact de considérer les petites sphères comme devant principalement donner l'épiblaste, tandis que les grosses deviendraient le mésoblaste ou l'hypoblaste. L'œuf est, à ce stade, une *morula :* la forme des éléments ne peut encore faire prévoir leur évolution ultérieure.

» L'épiblaste, en effet, dérive aussi bien des grosses sphères que des petites. C'est toute la couche périphérique de l'œuf qui se différencie et se sépare des cellules sous-jacentes. L'épiblaste est donc d'abord formé d'une seule couche. Alors même que le toit de la cavité de segmentation est encore constitué par plusieurs épaisseurs de cellules, c'est l'assise périphérique seule qui est l'épiblaste du pôle supérieur. Un peu plus tard seulement, elle se divisera en deux couches. Ce fait est conforme à l'idée de Scott et Osborn ([1]) qui considèrent comme originelle la présence d'un épiblaste formé d'une seule couche chez les Urodèles.

» Il est juste de dire que la différenciation de cette couche se produit d'abord au pôle des petites sphères, et qu'elle n'intéresse ensuite que progressivement et peu à peu les cellules de la périphérie du pôle inférieur. Cela revient à dire que l'organisation, comme l'a été la segmentation, est plus hâtive au pôle le moins dense et n'a pas d'intérêt morphologique.

([1]) Scott et Osborn, *Quarterly Journal*, vol. XIX; 1879.

» Le terme d'*épibolie*, employé par les embryologistes pour le cas des Batraciens, ne rend pas bien compte de cette différenciation progressive et tend à faire croire que les petites cellules, originellement épiblastiques, cheminent sur les grosses cellules jusqu'à ce qu'elles les aient recouvertes, ce qui est tout à fait inexact, au moins pour l'Axolotl.

» Pendant que la différenciation en épiblaste, partie du pôle supérieur, gagne peu à peu les sphères vitellines périphériques, l'invagination qui doit donner lieu à la gastrula se prépare. Le premier indice est une ligne brisée, signalée par Van Bambecke ([1]); les coupes montrent que cette ligne est un sillon et qu'il existe au milieu des sphères vitellines que la différenciation n'a pas encore atteintes, c'est-à-dire au pôle dense de l'œuf. Cette ligne prend la forme d'un fer à cheval. La différenciation épiblastique gagne déjà, quoique confusément encore, la partie convexe de ce fer à cheval. Les cellules de l'intérieur restent nettement vitellines. La rencontre des deux branches produit le bouchon d'Ecker. Une invagination se produit. La cavité de segmentation se réduit et, par contre, une autre cavité se creuse, qui deviendra le mésentéron et se mettra en rapport avec l'invagination.

» Chez l'Axolotl, rien de comparable au fait suivant, décrit chez les Anoures, à savoir : une lame épiblastique *s'enfonçant* pour former le toit du mésentéron, ce qui pousse à considérer la formation de la gastrula comme un mélange d'épibolie et d'embolie. Il se fait une invagination nette, bien que peu profonde, par suite de la quantité de cellules vitellines, grosses ou petites, contenues dans la blastosphère. C'est de l'embolie pure et simple. L'intestin primitif se creuse, se met *ensuite* en rapport avec l'invagination, devient tangent à l'épiblaste le long d'une ligne, qui sera l'axe de l'embryon. Sur cette ligne, la cavité du mésentéron n'est séparée de l'épiblaste que par une couche de cellules. C'est celle que les auteurs ont appelée *hypoblaste d'invagination*. Le mot est assez vague. Pour l'Axolotl, nous l'admettrons, si l'on veut entendre par là que des cellules vitellines se sont alignées, sous l'*influence de l'invagination;* mais nous le rejetons absolument si l'on veut lui faire exprimer que ce sont des cellules primitivement périphériques et devenues internes par invagination. Jamais, à aucune période, ces cellules n'ont un aspect épiblastique, si ce n'est au voisinage du blastopore, où il y a vraiment invagination.

([1]) Van Bambecke, *Nouvelles recherches sur l'embryologie des Batraciens* (*Archives de Biologie;* 1880).

» Des deux côtés de cette ligne, une portion des sphères vitellines comprises entre l'intestin primitif et l'épiblaste prend des caractères spéciaux et forme deux lames, que l'on peut appeler dès lors le mésoblaste. Cette différenciation débute près du blastopore et gagne peu à peu, ainsi que cela est établi pour les Anoures.

» Ainsi, vers la cinquantième heure après la ponte, on a un épiblaste très net qui va se diviser en deux couches; un mésoblaste formé de deux lames latérales et qui n'existe pas le long de l'axe. On peut, dès ce moment, appeler *hypoblaste* le reste de l'œuf.

» La notochorde, dès lors, puisqu'il n'existe pas de mésoblaste sur la ligne axiale, semble ne pouvoir se développer qu'aux dépens de l'hypoblaste. C'est ce qu'admettent tous les embryologistes qui ont traité ce point, Götte (1) excepté.

» Mais, un peu plus tard, les lames médullaires se soulèvent, laissant entre elles un large bourrelet arrondi. L'intérieur de l'œuf est le siège d'un travail actif, et le résultat est que *le mésoblaste forme une lame continue* qui passe au-dessous de l'axe.

» Nous nous rallions donc à l'opinion de Götte. La *chorde dorsale est d'origine mésoblastique* chez l'Axolotl. L'examen des stades suivants ne peut que confirmer cette idée. Dans un Mémoire plus étendu, accompagné de Planches, nous espérons établir que des faits exacts, mais incomplets, ont conduit Calberla (2) à une interprétation erronée d'après nous.

» Le mésoblaste dérivant de l'hypoblaste, la question risquerait de devenir une querelle de mots, si on ne la réduisait aux termes suivants : les cellules vitellines, avant de donner la chorde, s'organisent d'abord en mésoblaste et ne la forment pas directement (3). »

ZOOLOGIE. — *Sur la position systématique du genre Héro.* Note de M. A. VAYSSIÈRE, présentée par M. Milne-Edwards.

« Il existe parmi les Opistobranches quelques genres dont la position systématique est encore incertaine. Ayant eu l'occasion de capturer dans

---

(1) GÖTTE, *Die Entwicklungsgeschichte der Elonke*. Leipzig, 1875.

(2) CALBERLA, *Zur Entwicklung des Medullarrohres u. d. Chorda dorsalis d. Telcostier u. d. Petromyzonten* (*Morphologisches Jahrbuch*, 1877).

(3) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Zoologie.

le golfe de Marseille deux ou trois individus appartenant à l'un de ces genres, je me suis attaché à fixer leurs caractères ([1]).

» Le genre Héro, créé par Loven en 1839 pour de petits Mollusques recueillis dans les mers du nord de l'Europe, a été placé jusqu'ici, par tous les naturalistes (Alder et Hancock, O. Sars, Bergh, Fischer, etc.) qui ont eu à s'en occuper, dans la famille des Dendronotidés, une des subdivisions du grand groupe des Tritoniadés.

» Ces différents naturalistes paraissent tous n'avoir eu à leur disposition que des individus conservés dans l'alcool; les dessins que Sars et Bergh en donnent feraient croire que les appendices qui garnissent toute l'étendue du bord du manteau ont une forme dendritique. Nous croyons que cet aspect est dû à l'effet de la conservation dans l'alcool.

» L'étude des mâchoires et de la radula aurait dû déjà montrer que l'on n'avait pas affaire à des Dendronotidés, mais bien à des Æolididés.

» En observant des exemplaires vivants, on reconnaît de suite, par la conformation de leurs appendices latéraux, que le genre *Héro* appartient au grand groupe des Æolididés; en effet, ces appendices, qui, chez les individus conservés dans l'alcool, ont un aspect dendriforme, sont bien de véritables cirres dorsaux fusiformes, disposés symétriquement par groupes pédonculés sur les parties latérales du dos. Ces groupes de cirres ont beaucoup d'analogie avec ceux du *Calma Cavolinii;* seulement, dans le genre *Héro*, nous trouvons en avant du corps, sur les côtés de la région céphalique entre les tentacules labiaux et les rhinophores ou tentacules dorsaux, une paire de houppes de cirres qui fait complètement défaut dans le genre *Calma*. Ce sont ces deux houppes qui possèdent les cirres les plus nombreux et les plus longs; tous les groupes postérieurs aux rhinophores ne présentent chacun que un, deux ou trois cirres rudimentaires.

» Nous pouvons tirer de nos études la diagnose génésique suivante :

» Forme générale du corps rappelant celle des Tritoniadés avec ses bords du dos nettement carénés; pied un peu plus large que le corps.

» Tentacules labiaux forts et recourbés; rhinophores simples et non rétractiles. Cirres dorsaux fusiformes, insérés dichotomiquement sur de courts pédoncules disposés sur les parties latérales du dos; les pédoncules de la première paire, placés en avant des rhinophores, sont les seuls formant des groupes bien fournis de cirres; tous

---

([1]) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie marine, dirigé par M. Marion.

les pédoncules post-rhinophoriens ne portent qu'un, deux ou trois cirres rudimentaires. Sac cnidophore avec nombreux nématocystes.

» Anus sur le milieu du flanc droit; orifice sexuel du même côté, mais placé plus en avant. Pénis inerme.

» Mâchoires à bord masticateur avec dentelures irrégulières. Radula trisériée, dent médiane à lame denticulée.

» Collier œsophagien composé de quatre ganglions (deux ganglions cérébroïdes et deux ganglions pédieux); yeux pédonculés; otocystes avec nombreux otolithes. »

» Les individus que nous avons pris dans le golfe de Marseille s'éloignent par divers caractères tirés de la radula et des mâchoires du *Hero formosa* étudié par Sars et par Bergh. Nous les considérons comme formant une espèce nouvelle. »

ZOOLOGIE. — *Sur une méthode de préparation des filaments tégumentaires des Flagellés.* Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. Milne-Edwards.

« On sait que les Infusoires flagellifères, traités par certains réactifs, se montrent couverts d'une quantité variable, souvent fort considérable, de filaments, quelquefois très longs, et que, chez les Ciliés, on observe un phénomène analogue. Mais, chez ces derniers, chaque filament tire son origine d'une petite capsule réfringente, contenue dans l'assise périphérique du corps. Ces petits appareils, que l'on a comparés aux nématocystes des Métazoaires, ont été appelés *trichocystes*. Il est assez douteux que ces productions tégumentaires soient nettement homologues à celles qui se voient chez les Flagellés. Cependant, cette réserve faite, pour la commodité du langage, on peut provisoirement accepter pour les formations filamenteuses de ces êtres la dénomination de *trichocystes*, jusqu'au moment où les progrès de la Science auront fourni des renseignements plus précis sur leur véritable nature.

» On peut préparer les trichocystes par un grand nombre de procédés, donnant des résultats variables; un des plus imparfaits est, certes, la méthode qui consiste à traiter ces organismes par l'acide acétique. Au contraire, si, à l'état absolument frais, on les fixe par l'acide osmique concentré et qu'on les colore au moyen de picrocarminate d'ammoniaque arrivant avec une extrême lenteur, par diffusion, on parvient à les voir d'une manière remarquable.

» Mais ce procédé est d'une application délicate. Ici je me propose simplement de faire connaître une méthode qui, si elle ne permet guère de voir bien nettement la disposition réelle des trichocystes, a ce grand avantage d'être d'une application facile et de permettre de reconnaître aisément si une espèce déterminée en possède ou non.

» Ainsi, en prenant une goutte d'eau de mer contenant en abondance l'*Oxyrrhis marina*, espèce chez laquelle on n'a jamais vu ces filaments, en fixant par l'acide osmique concentré, puis en colorant un peu plus tard par une solution de noir Collin, acidulée par de l'acide chromique et additionnée de glycérine, on voit, en agissant avec quelque précaution, les divers individus couverts d'un revêtement, plus ou moins fourni, de filaments irrégulièrement disposés, rayonnant dans tous les sens.

» Par ce procédé, sans être obligé d'user des précautions par trop minutieuses de la méthode rappelée plus haut, il est aisé de déterminer quelles sont les espèces possédant ou non des trichocystes. »

HELMINTHOLOGIE. — *Sur la structure des téguments de l'*Heterodera Schachtii *et sur les modifications qu'ils présentent chez les femelles fécondées.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Chauveau.

« I. En faisant connaître l'existence et le mode de formation des kystes bruns qui protègent durant l'hiver les œufs de l'*Heterodera Schachtii* et concourent ainsi puissamment à assurer la propagation de ce parasite de la Betterave ([1]), j'avais dû me borner à faire allusion aux modifications que subissent les téguments des femelles fécondées, sans pouvoir insister alors sur des faits dont l'observation est particulièrement délicate. Les dimensions microscopiques de l'Helminthe, la minceur et la faible différenciation de certains de ses tissus, la rapidité avec laquelle se succèdent les phénomènes qui s'y accomplissent, etc., créent de nombreuses difficultés et commandent une grande réserve dans l'interprétation des résultats obtenus. Aussi ai-je tenu à contrôler ceux-ci par une nouvelle série de recherches dont je présente aujourd'hui les principales conclusions.

» II. Lorsqu'on examine, en s'aidant des réactifs colorants, les téguments d'une jeune femelle adulte, on reconnaît qu'ils sont constitués par une cuticule et un hypoderme recouvrant la musculature somatique.

([1]) *Comptes rendus*, 11 juillet 1887.

» La cuticule offre deux couches distinctes : 1° la couche superficielle ou striée ; 2° la couche profonde ou fibrillaire. La couche superficielle est transparente, réfringente et résiste à la plupart des agents chimiques, surtout aux alcalis ; elle porte d'élégantes stries circulaires qui sont dues à la présence de bourrelets annulaires, séparés par de fins sillons et interrompus au niveau des champs latéraux. La couche profonde, plus difficile à distinguer, est généralement mince ; elle se montre formée de fibrilles entre-croisées.

» L'hypoderme est ici représenté par une couche granuleuse dans laquelle se voient des noyaux très nets, mais peu abondants. On ne peut y découvrir une véritable structure cellulaire, même en faisant usage d'objectifs à immersion et en variant la technique.

» Immédiatement au-dessous de cette couche viennent les muscles répartis en masses longitudinales, orientées obliquement et moins symétriques que chez le mâle. Durant cette période, l'épaisseur des couches musculaires est toujours très notable.

» III. Le premier changement qui s'observe dans ces tissus, à la suite de la fécondation, se localise dans l'hypoderme et s'y traduit par une diminution dans le nombre des noyaux ; en même temps, l'ensemble de cette zone devient plus clair. La cuticule et la musculature restent normales.

» IV. Bientôt, la femelle grossissant rapidement, on remarque un amincissement progressif dans les couches musculaires, qui subissent une sorte de délamination. L'effet de cette modification est facilement appréciable et détermine une atténuation marquée dans l'épaisseur totale du tube dermo-musculaire.

» V. Au stade suivant, la tendance qui vient de se manifester semble s'effacer, et l'on serait tenté d'accorder à l'enveloppe musculo-cutanée une importance égale à celle qu'elle possédait au début des observations. Toutefois, une analyse attentive révèle de sérieuses différences : les couches musculaires, si développées initialement, deviennent de plus en plus minces, mais leur régression rapide est masquée par les changements qui se produisent dans l'hypoderme.

On a vu (III) que la masse hypodermique ne présentait jusqu'ici que de rares noyaux épars ; maintenant, le nombre de ces noyaux augmente dans une proportion remarquable. Leur répartition affecte même une certaine symétrie et les espaces qui les séparent ont une étendue sensiblement égale ; jamais la constitution de l'hypoderme ne sera plus voisine de la structure cellulaire. J'hésite cependant à employer ce terme qui exprime

ici un rapprochement, plutôt qu'une assimilation véritable, les champs cellulaires étant toujours très vaguement indiqués. Une autre particularité achève de montrer que l'hypoderme acquiert en ce moment une valeur spéciale : avec la prolifération qui vient d'y être signalée, coïncide l'apparition de gouttelettes visqueuses et réfringentes se rassemblant à la surface de la cuticule. Cette sécrétion ou exsudation trouve son issue non dans des pores cutanés, dont on ne découvre aucune trace, mais dans des ruptures locales de la cuticule cédant sous l'énorme accroissement du corps que distendent les œufs.

» VI. Les couches musculaires ont alors disparu, et c'est à peine si l'on en retrouve parfois un dernier vestige dans une mince bandelette appliquée contre l'hypoderme, qui est fort aminci et tend à se confondre avec la cuticule. Le sort ultérieur de celle-ci varie suivant les cas : si les œufs doivent être mis immédiatement en liberté, la cuticule se brise sur plusieurs points et, après avoir résisté plus longtemps que les autres tissus, se désagrège à son tour ; si, au contraire, les œufs doivent demeurer inclus dans un kyste brun, ce dernier se forme grâce à l'exsudation mentionnée plus haut et qui, agglutinant les parcelles ambiantes et les soudant aux débris tégumentaires, revêt ainsi les œufs de la coque protectrice que j'ai antérieurement décrite.

» VII. Les faits qui viennent d'être résumés semblent intéressants à plusieurs points de vue : 1° en ce qui concerne l'histologie des Nématodes, ils montrent que le tégument et la musculature, pouvant offrir, dans le même stade de l'évolution, des modifications différentes et parfois même inverses, doivent être désormais distingués nettement, malgré les assertions contraires de quelques auteurs ; 2° par leur processus et par leurs effets, certaines transformations tégumentaires rappellent les phénomènes d'histolyse observés chez d'autres Invertébrés ; 3° le kyste brun est d'origine adventice mixte et ne peut être rapporté ni à une néoformation pathologique apparaissant dans les tissus de l'hôte, ni à une induration des téguments de l'Helminthe ; 4° la prophylaxie, subordonnée aux connaissances acquises sur la biologie du parasite, peut également s'inspirer des notions précédentes, car il est vraisemblable qu'on devra surtout chercher à atteindre les mères au moment où leurs téguments, désorganisés par de complexes modifications histiques, ne peuvent plus leur assurer une protection suffisante [1]. »

---

[1] C'est au commencement de l'été que l'on trouve simultanément, dans une même

BOTANIQUE. — *Recherches sur le développement du* Physcia parietina. Note de M. GASTON BONNIER, présentée par M. Duchartre.

« On n'a pas, jusqu'ici, décrit le développement complet d'un Lichen, depuis la spore initiale germant, jusqu'à la production de spores semblables; c'est surtout la période de l'évolution du Lichen qui succède aux premières phases de la germination sur laquelle on manque de renseignements précis. Grâce aux cultures pures de Lichens dont j'ai donné les résultats généraux à l'Académie, en 1886 ([1]), j'ai pu suivre, jour par jour, l'association de l'Algue et du Champignon, dont l'ensemble constitue le Lichen, jusqu'à la formation du thalle différencié. Ces études ont pu être suivies *sur la même culture*.

» Je décrirai, en particulier, la série d'observations qui m'a donné les résultats les plus complets et qui sont relatives au développement du *Physcia parietina*, ce Lichen ordinairement jaunâtre, si commun sur les troncs d'arbre et les murailles.

» Le semis avait été fait suivant le mode de recherches expérimentales que j'ai décrit dans la Note citée plus haut. Ce semis ne comprenait que deux spores de *Physcia* et une quarantaine de cellules d'Algue appartenant à l'espèce *Protococcus viridis*. Cette Algue était issue d'une culture sur plâtre provenant de cultures successives, dont l'origine première était une Algue presque pure, recueillie sur les branches d'un Châtaignier qui ne présentait aucun Lichen sur toute l'écorce de l'arbre.

» Au début, les filaments, issus des spores, s'allongent à leur extrémité, se renflent et se cloisonnent souvent à leur base, puis émettent latéralement de petits renflements qui deviennent des rameaux grêles entourant les cellules de l'Algue. Cette phase a déjà été très bien décrite par M. Bornet et par M. Treub; je n'ai pas à y revenir.

» En examinant cette culture cinq jours après, on voyait que les filaments s'étaient multipliés et différenciés sans que les cellules d'Algue aient

---

culture, le plus grand nombre de femelles traversant les phases de délamination, etc.; j'ai pu récemment le constater encore sur de jeunes Betteraves que M. Aimé Girard avait bien voulu mettre à ma disposition.

([1]) GASTON BONNIER, *Recherches expérimentales sur la synthèse des Lichens dans un milieu privé de germes* (*Comptes rendus*, 15 novembre 1886).

sensiblement changé. On pouvait alors distinguer déjà trois parties principales dans les ramifications du Champignon :

» 1° Les *filaments renflés*, développés à ce moment dans la partie moyenne de l'association;

» 2° Les *filaments crampons*, ramifications plus étroites, à rameaux courts, qui entourent les cellules de l'Algue;

» 3° Les *filaments chercheurs*, assez étroits aussi, peu ramifiés et qui se dirigent vers la périphérie, comme pour aller à la rencontre de nouvelles Algues.

» Les jours suivants, on voit l'adhérence entre les Algues et les filaments s'accentuer encore, tandis que les premières se divisent et commencent à se multiplier. En même temps, les filaments renflés se ramifient, leurs rameaux se resserrent et ils commencent à former un faux tissu dont les mailles présentent des intervalles arrondis.

» Quinze jours après le semis, la culture avait bien changé d'aspect. Les cellules d'Algues, plus nombreuses, sont plus intimement accolées aux filaments crampons. Les filaments chercheurs s'allongent tout autour du jeune Lichen et divergent en tout sens; enfin les filaments renflés commencent à former un faux tissu qui recouvre les parties vertes. Pendant les jours suivants, lorsque les filaments chercheurs n'ont plus rencontré aucune Algue à la périphérie, ils s'anastomosent entre eux; en même temps, le faux tissu devient de plus en plus serré et les filaments commencent à s'épaissir.

» Environ un mois après le semis, on pouvait voir le faux tissu achever sa différenciation en formant ce qu'on peut appeler le *tissu de bordure* qui enveloppe le mélange des filaments plus étroits et des Algues devenues ce qu'on nomme les *gonidies du Lichen*.

» Mais, à partir de ce moment, l'épaississement du thalle rend impossible l'examen microscopique sur la lamelle de culture et ce n'est que sur les bords du Lichen que l'on peut assister à la formation et à l'accroissement du faux tissu recouvrant.

» La culture dont je viens de décrire le développement ayant été sacrifiée cinquante-cinq jours après le semis, alors que le Lichen constituait sur la lamelle de verre un petit thalle d'un vert pâle, parfaitement limité, une coupe mince faite à travers ce thalle offrait déjà la structure d'un *Physcia parietina* de très petite taille, pris à l'état naturel.

» D'autres semis identiques, faits en même temps que celui dont je viens de parler, mais sur une écorce stérilisée dans un flacon Pasteur, ont

permis de suivre le développement jusqu'à la formation des spores dans les asques; d'ailleurs cette dernière partie de l'évolution du Lichen était déjà complètement décrite.

» En somme, ces recherches font voir de quelle manière se constitue l'association de l'Algue et du Champignon qui forme le Lichen et ont permis de suivre, jour par jour, sur la même culture, la différenciation première des filaments, la formation des faux tissus, ainsi que la manière dont les Algues deviennent peu à peu les gonidies du Lichen. Toutes les phases du développement, depuis le semis jusqu'à la constitution d'un thalle identique à ceux qu'on observe dans la nature, ont pu être étudiées en détail ».

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution de la membrane des végétaux.* Note de M. **Louis Mangin** (¹), présentée par M. Duchartre.

« On admet ordinairement que la membrane qui revêt le corps protoplasmique de la plupart des végétaux est formée par un hydrate de carbone plus ou moins condensé, la cellulose, défini, à l'état de polymérisation le plus faible, par sa solubilité dans le réactif de Schweizer et par la coloration bleue ou violette qu'il prend sous l'influence de certains réactifs (acide sulfurique et iode, chloroiodure de zinc).

» On savait cependant que, dans les cellules agrégées en tissus, la lamelle moyenne est formée par un corps qui n'a pas les réactions de la cellulose; M. Dippel a même annoncé que la nouvelle cloison excrétée par le protoplasma ne jouit pas non plus des propriétés de cette substance. Cette manière de voir n'a pas rencontré beaucoup de partisans, et les anatomistes qui, dans ces derniers temps, ont étudié la constitution de la membrane, ne paraissent pas avoir dirigé leurs investigations sur la nature de cette matière, dont l'existence a été depuis longtemps signalée.

» Les travaux que M. Fremy a publiés sur la composition du squelette des végétaux fournissent cependant des indications précieuses pour les recherches entreprises dans cette voie nouvelle. Les tissus des fruits, des racines, renferment, en effet, d'après M. Fremy, un principe immédiat qu'il a nommé *pectose;* ce principe, qui n'a pu être séparé de la cellulose, produit, par une série de transformations complexes, les composés pecti-

(¹) Ces recherches ont été réalisées au lycée Louis-le-Grand.

ques qu'on rencontre dans les fruits mûrs. D'autre part, M. Maudet a montré que la moelle de certains arbres renferme de la pectose et du pectate de chaux; ces substances formeraient, suivant M. Fremy, un ciment destiné à relier les cellules entre elles, comme cela a lieu probablement dans les fibres libériennes du lin et du chanvre.

» J'ai entrepris, depuis plusieurs mois, une série de recherches sur la constitution de la membrane cellulaire; les résultats que j'ai obtenus me permettent de confirmer et de généraliser l'existence du principe immédiat entrevu par le savant Directeur du Muséum. J'énoncerai brièvement ces divers résultats.

» Les tissus des végétaux les plus différents sont généralement formés par l'association de deux substances : la cellulose, définie comme on le sait, et une substance ternaire, incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis, colorable en violet par l'hématoxyline alunée, que je désignerai provisoirement sous le nom de *pectose*. Cette substance ne possède pas, en effet, toutes les réactions attribuées par M. Fremy au corps qu'il nomme ainsi, et mes recherches ne m'ont pas encore permis de démontrer si elle constitue un principe immédiat ou un mélange de plusieurs principes présentant des polymérisations analogues à celles qu'offre la cellulose.

» Dans les tissus adultes (feuilles de Houx, *Ginckgo biloba*, *Lonicera Periclymenum*, *Vinca major*, *Scolopendrium officinale*, etc.; tiges de *Pinus silvestris*, *Vinca major*, *Asparagus officinalis*, Houx, etc.; racines de Radis, de Marronnier, etc.), la pectose forme, à l'état de pureté, la lamelle moyenne des tissus ou substance intercellulaire. Associée à la cellulose, elle constitue ensuite toute l'épaisseur de la membrane qui vient s'appuyer contre la lamelle moyenne. Lorsqu'on a débarrassé les coupes de la cellulose qu'elles renferment, la structure est exactement conservée et les sculptures que montrent les parois cellulaires se présentent avec la même netteté que lorsque la cellulose existe.

» Les rapports de la cellulose et de la pectose, difficiles à mettre en évidence dans les tissus à parois minces, apparaissent, au contraire, avec la plus grande netteté dans le parenchyme des feuilles du Houx, de l'écorce de la tige du Pin silvestre, dans le collenchyme de la Vigne, dans l'assise épidermique des feuilles.

» Dans les tissus jeunes, la pectose paraît former la première membrane constituée par le cloisonnement, et de très bonne heure cette membrane

hyaline se tapisse sur ses deux faces d'une couche mince de cellulose et de pectose qui va croître en épaisseur en même temps que la lamelle moyenne. La cellulose n'apparaîtrait donc pas dès l'origine de la membrane, et l'opinion de M. Dippel rapportée plus haut se trouverait ainsi vérifiée.

» Dans certains tissus même, notamment dans ceux qui doivent liquéfier ou gélifier leurs éléments, la cellulose n'apparaît pas; ainsi la paroi des cellules mères du pollen, la membrane des cellules de l'assise nourricière interne, la membrane du grain de pollen jeune sont exclusivement formées de pectose (anthères du *Cerasus vulgaris*, du *Pyrus Malus*, de l'*Hemerocallis fulva*, etc.).

» Rarement la pectose n'existe qu'à la surface de la membrane cellulaire (fibres du Cotonnier, fibres libériennes de certains arbres); dans ce cas l'épaisseur de la membrane est formée, abstraction faite de la couche externe, par de la cellulose pure.

» On voit ainsi que la pectose constitue la substance fondamentale de la membrane cellulaire; la véritable cellulose n'existe que très rarement seule, et se trouve associée ordinairement à la pectose.

» C'est la pectose qui joue le principal rôle dans le phénomène désigné sous le nom de fermentation cellulosique. Sous l'influence du *Bacillus Amylobacter*, la pectose donne naissance à une série de composés pectiques, notamment de l'acide métapectique, dont M. Kolb a constaté l'existence dans les eaux du rouissage du chanvre, et que j'ai retrouvé dans le liquide où les tissus végétaux se putréfient.

» La présence constante de la pectose dans les membranes, l'apparition de cette substance avant la cellulose dans un certain nombre de tissus, permettent de considérer les modifications chimiques, telles que la liquéfaction, la cutinisation, comme des transformations de la pectose; la cellulose serait étrangère à ces productions. Ce fait semble démontré par l'examen des anthères en voie de formation; là les membranes des cellules mères des cellules de l'assise nourricière ne présentent ordinairement pas trace de cellulose, et la liquéfaction des tissus s'opère en son absence; d'autre part, la membrane des cellules jeunes de pollen est dépourvue de cellulose, ou n'en présente qu'un revêtement très mince à la face interne, au moment où la cutinisation de la couche externe se produit.

» Je borne ici cette énumération, destinée surtout à prendre date. J'aurai l'honneur d'exposer prochainement à l'Académie le développement et la démonstration des diverses propositions que je viens d'énoncer. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Cartes magnétiques de l'Algérie, de la Tunisie et du Sahara algérien.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats des observations magnétiques faites au cours de plusieurs missions scientifiques que M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu me confier dans l'Algérie, la Tunisie et le Sahara algérien.

» Ces observations comprennent 62 déterminations de la déclinaison faites en 37 stations et 65 déterminations de l'inclinaison se rapportant à 39 stations. Les stations sont réparties de Tunis à Nemours, près de la côte, et de Gabès à Aïn Sefra au sud, les points extrêmes vers le sud étant Bereçof, par 32°32', et plus à l'ouest El Golea, par 30°35' de latitude N.

» Les déclinaisons ont été observées dans mes premiers voyages (1883-85-87) avec des instruments de Brunner, et en 1888 avec un théodolite de Lorieux avec barreau à fil, que M. le contre-amiral Mouchez a bien voulu me prêter. Les mesures de l'inclinaison ont été faites avec la boussole n° 31 de Gambey.

» J'ai d'ailleurs pris soin de vérifier la marche de ces instruments à l'observatoire du Parc Saint-Maur.

» *Variation diurne.* — Les premières observations sur la variation diurne de la déclinaison sont dues à Aimé, qui trouva, en 1841-42, qu'à Alger l'amplitude en hiver était de 4',5 et en été de 9',4.

» Pour étudier cette variation à l'époque actuelle et dans le Sahara, j'ai installé à Biskra un petit déclinomètre à lecture directe que M. Mascart a bien voulu mettre à ma disposition. Cet instrument, suivi à diverses reprises avec beaucoup de zèle par M. Colombo, a permis de constater que la variation diurne de la déclinaison à Biskra est, comme on pouvait s'y attendre, plus faible dans l'ensemble qu'au Parc Saint-Maur, station située bien plus au nord. La différence porte surtout sur les mois de la saison chaude et atteint 3' en moins en été. On retrouve ce même caractère en comparant les observations de Perpignan avec celles de Saint-Maur.

» *Distribution des lignes d'égale déclinaison.* — Nos observations, ramenées à leur valeur pour le mois de janvier 1888, nous ont permis, en y joignant les déterminations faites sur la côte de Tunisie par les missions

hydrographiques, de tracer la Carte des lignes d'égale déclinaison. Ces lignes donnent lieu aux remarques suivantes :

» D'une façon générale, les lignes isogones vont en se resserrant légèrement de la côte de Tunisie à la frontière du Maroc, où leur distance est de $\frac{1}{5}$ environ moindre. L'inclinaison de ces lignes sur les méridiens, qui croît vers l'occident, est de 5° à 15° vers l'ouest dans le nord de l'Algérie ; plus au sud, ces lignes s'infléchissent en se rapprochant du méridien. La ligne de 11°, qui touche la côte de Tunisie et pénètre en Afrique près de Djerba, est presque droite; celle de 12°, qui passe près de la Calle, s'infléchit légèrement vers l'est, à partir du 34e parallèle; celle de 13° présente, à sa sortie des montagnes, vers le Sahara, une anomalie assez remarquable : elle passe à 40^{km} à l'ouest de Biskra et, au lieu de continuer vers le sud, elle oblique vers Laghouat, tendant à devenir parallèle à la ligne de faîte des montagnes, comme on peut le voir par les observations de trois stations, puis elle s'infléchit vers l'est, pour reprendre sa direction générale.

» Cette anomalie, qui correspond à une déviation sensible des lignes d'égale inclinaison, ne s'explique pas par la présence de terrains magnétiques apparents.

» La ligne de 14° entre en Algérie près de Tipaza, à l'ouest d'Alger, s'infléchit légèrement vers les montagnes de Médéah, puis reprend une allure régulière, suit une courbe dont la convexité maximum vers l'ouest paraît être sur le 34e parallèle, et passe entre Brezina et El Abiod Sidi Cheik.

» La ligne de 15° entre en Algérie tout près d'Arzew et présente peu après une inflexion vers l'est, comme la ligne du 14; puis elle forme une courbe à grand rayon parallèlement au 14°. Il est intéressant de constater l'inégal accroissement de la déclinaison quand on s'avance de l'est à l'ouest; entre Cherchell et Tenez, pour 80^{km}, la variation est de 30′; de Tenez à Mostaganem, pour 110^{km}, elle n'est plus que de 10′; enfin, de Mostaganem à Arzew, pour 35^{km}, elle est de 13′. Au sud-est de Mostaganem, les observations de Hillil indiquent aussi une anomalie magnétique.

» *Distribution des lignes d'égale inclinaison.* — Ces lignes, dans l'ensemble, sont plus inclinées sur les méridiens que ne l'indiquent les meilleures Cartes générales publiées jusqu'à ce jour et d'après lesquelles l'angle d'une isocline avec le méridien serait en moyenne sur l'Algérie de 68°,

pendant qu'il est voisin de 78°. Cela se traduit par ce fait que l'isocline de 54°, qui passe au nord de Bizerte et pénètre en Algérie près de Bougie, devrait passer près de Saïda, pendant que, dans la réalité, elle passe par Arzew, puis au nord de Nemours, en mer, ce qui fait une différence de 1°30′ en moins dans l'inclinaison admise à Nemours.

» Dans le Sahara on observe les mêmes différences.

» D'autre part, la distance qui sépare les isoclines est assez variable, en dehors même des perturbations de détail qui affectent certaines de ces lignes. Leur distance, au lieu de croître régulièrement avec la latitude, comme c'est le cas ordinaire, augmente au voisinage de la chaîne de montagnes qui borde le Sahara ; puis elle diminue au voisinage de la seconde chaîne qui borde le Tell, croît ensuite légèrement et paraît reprendre son allure normale sur la Méditerranée.

» Les reliefs de l'Algérie, si importants par leur masse, paraissent donc jouer un rôle manifeste dans la distance qui sépare les lignes isoclines, même lorsqu'ils ne contiennent pas de terrains magnétiques proprement dits.

» Le point où ces lignes sont le plus rapprochées est situé entre Boghar et la région de Sétif ; la distance entre les isoclines de 53° et de 54° y est seulement de 78^{km}, pendant que, entre les mêmes lignes, on constate au nord de Tunis un écart de 100^{km} et de 120^{km} près de Nemours. C'est aussi une des régions qui possèdent les plus grandes montagnes de l'Algérie ; la Mouzaia, les Bibans, le Jurjura s'élèvent brusquement au-dessus des plaines qu'ils dominent de 1500^{m} à 2000^{m}. Dans cette région, la ligne de 54° présente un bombement vers le nord. L'action des reliefs qui resserre les lignes cesse auprès de Mostaganem et d'Arzew où la côte s'abaisse vers le sud ; l'isocline de 54° s'éloigne vers le nord et reprend sa distance normale.

» La ligne de 51° offre aussi une particularité remarquable : près de Laghouat elle s'infléchit vers le sud, puis elle prend une allure plus régulière vers l'ouest.

» Dans une autre Note, je donnerai les résultats des déterminations de la composante horizontale et les valeurs absolues des déclinaisons et inclinaisons, ainsi que les positions géographiques des points d'observation que j'ai dû déterminer pour douze stations. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur le puits artésien de La Chapelle, à Paris.* Note de M. HUET, présentée par M. Daubrée.

» *Exécution du forage.* — Les travaux du puits artésien de La Chapelle ont été commencés en 1863. Ils ont été arrêtés définitivement le 7 novembre 1887, après avoir duré par conséquent un peu plus de 24 ans, sans interruption, pour ainsi dire.

» Le temps considérable qu'a exigé ce forage tient à la profondeur à laquelle on a dû descendre pour atteindre la couche aquifère, au diamètre de $1^m,30$ avec lequel il a été foncé jusqu'à une profondeur de 677^m, enfin et surtout à un accident grave qui est survenu à cette profondeur.

» En 1874, on n'était plus qu'à 28^m de la nappe artésienne; on traversait la craie chloritée et l'on descendait la dernière colonne de tubage en tôle de $1^m,29$ de diamètre intérieur et de $0^m,02$ d'épaisseur qui devait régner sur toute la hauteur du puits, lorsqu'au cours de la descente cette colonne s'est brisée; un tronçon de 120^m de longueur est tombé au fond du puits et il n'a pas fallu moins de onze ans de travail pour le broyer et le retirer par fragments.

» Ce n'est qu'en 1885 qu'on a pu reprendre le forage, en descendant au fur et à mesure de l'avancement un nouveau tube de même épaisseur, mais de $1^m,075$ de diamètre seulement. Depuis cette époque le travail s'était poursuivi sans présenter d'autres particularités que des accidents sans gravité, tels que chutes d'outils, de trépans, de soupapes, ruptures de sondes. On avait atteint le 27 juillet 1887 la première couche aquifère des sables verts qui alimente le puits artésien de Grenelle, et l'eau, qui jusqu'alors était restée constamment à 15^m en contrebas du sol, s'était élevée rapidement de 11^m au-dessus de ce niveau; tout faisait espérer que, suivant les projets, on pourrait descendre à une profondeur importante dans la couche des sables verts, en contrebas de la nappe artésienne qui alimente le puits de Passy.

» Mais un accident plus grave encore que le premier est venu arrêter le forage dans des conditions telles qu'il n'est pas possible de songer à le poursuivre : il ne reste plus aujourd'hui qu'à prendre les mesures nécessaires pour remédier autant que possible aux fâcheux effets qui en ont été la conséquence.

» Le 7 novembre 1887 au matin, les ouvriers, en reprenant le travail

qu'ils avaient quitté le samedi 5, à 6^h du soir, constatèrent que le tube intérieur de revêtement, qui reposait sur le fond du forage et était maintenu ou plutôt guidé par les freins à sa partie supérieure, avait disparu. Ce tube, en place depuis près de trois ans, n'avait rien présenté jusque-là d'anormal; aucune flexion, aucune déviation ne s'y était produite.

» On reconnut bientôt que sa partie supérieure était descendue à 159^m de profondeur et qu'en contrebas il était intact sur 471^m; mais que la partie inférieure, sur une longueur de 247^m, était brisée, repliée sur elle-même dans une hauteur de 88^m. C'est sur ses débris que repose maintenant la partie supérieure de la colonne restée intacte.

» Quelle est la cause de cet accident? Il est impossible de la préciser : des éboulements survenus dans la gaize ont pu écraser la partie inférieure du tube, le replier sur lui même et attirer la partie supérieure qui, dans sa chute, a écrasé, brisé et refoulé sur 88^m de hauteur une longueur de 247^m. Ajoutons que la date de l'accident coïncide avec celle d'un tremblement de terre ressenti en Italie et, en France, à Mâcon.

» *Comparaison avec le puits artésien de Passy.* — Le Tableau suivant donne en regard les hauteurs par rapport au niveau de la mer auxquelles ont été rencontrées dans les puits de Passy et de La Chapelle les principales couches géologiques :

	Passy.	La Chapelle.
Niveau du sol	53,15	48,00
Calcaire grossier	49,15	38,00
Argile plastique	27,16	— 16,55
Terrain crétacé	— 5,55	— 76,30
Craie grise	—390,07	—456,00
Argiles du gault	—512,96	—634,55
Sables verts	—523,96	—657,20
Point d'arrêt du forage	—533,35	—670,00

» Au puits de Passy, on avait atteint la couche aquifère à 547^m de profondeur.

» *Température des eaux artésiennes.* — La température des eaux du puits de La Chapelle, constatée à la suite de la pénétration du forage dans la couche des sables verts et après leur élévation dans le puits à 4^m en contrebas du sol, était de 30°; elle s'est toujours maintenue sans variations. Celle des eaux du puits de Passy est de 28° et celle des eaux du puits de Grenelle de 27°,4.

» *Débit du puits.* — Le volume d'eau fourni au puits de La Chapelle par

la nappe artésienne avant l'accident qui a brusquement arrêté les travaux du forage et complètement modifié les conditions d'écoulement des eaux a été trouvé de 2100^{mc} par vingt-quatre heures, jaugé à 4^{m} en contrebas du sol. Depuis cet accident, il n'est plus que de 1000^{mc}. Mais il se perd certainement beaucoup d'eau dans les différentes couches sablonneuses du terrain tertiaire, dans les sables inférieurs du Soissonnais, dans les sables moyens de Beauchamp. En effet, une surélévation considérable s'est produite dans la température des eaux des puits des maisons voisines du forage, à dater du jour de l'ascension des eaux artésiennes; la température des eaux de certains puits s'est élevée de 9°,5 à 22°.

» Ces pertes d'eau se produisent par les vides qui existent entre les parois du puits et les tubages placés successivement pour maintenir les différentes couches sableuses ou argileuses du terrain tertiaire et il sera facile de les aveugler par un bétonnage général descendu jusque sur les couches crétacées en arrière du dernier tubage intérieur.

» On peut penser qu'une fois les vides fermés et comblés par un bétonnage général, le débit du puits de La Chapelle sera supérieur à 3000^{mc} par vingt-quatre heures.

» *Influence du forage du puits de La Chapelle sur le débit des puits de Grenelle et de Passy.* — Après le percement du puits de Passy, le débit du puits de Grenelle, qui était de 900^{mc} par vingt-quatre heures, est tombé à 650^{mc} environ; plus tard, il a encore fléchi peu à peu et il était depuis longtemps de 350^{mc}, lorsqu'au mois de septembre 1887, deux mois après le percement du puits de La Chapelle, il est descendu à 250^{mc} environ. Ce débit de 250^{mc} n'a pas varié sensiblement depuis cette époque et l'accident du 7 novembre 1887, qui a réduit de moitié le débit apparent du puits de La Chapelle, ne l'a pas influencé.

» Par suite de la suppression du bassin de la place Victor-Hugo, dans lequel les eaux du puits de Passy se déversaient et étaient régulièrement jaugées deux fois par mois, le débit de ce puits n'a plus été constaté depuis l'année 1884. On n'a donc aucune indication relative à l'influence qu'a eue sur ce débit le forage du puits de La Chapelle, au moment où celui-ci a atteint les nappes artésiennes de la couche des sables verts. Les derniers jaugeages remontent au mois d'octobre 1884; ils accusent un débit de 6535^{mc} par vingt-quatre heures, débit qui était sensiblement constant depuis le jour où ce puits avait pris son régime régulier.

» Des travaux viennent d'être exécutés pour permettre de nouveau la constatation régulière de ce débit : le premier jaugeage a eu lieu le 16 juin

1888; il accuse un débit de 6000^{mc} par vingt-quatre heures : l'influence du forage du puits de La Chapelle sur le débit du puits de Passy n'a donc pas été considérable, et, en tous cas, elle a été bien moins importante que sur celui du puits de Grenelle.

» Pour aveugler les pertes qui ont lieu dans les couches perméables du terrain tertiaire, il faut rétablir un tubage dans la partie supérieure du puits et faire un bétonnage en arrière. C'est une dépense d'environ 100000^{fr}. La dépense faite jusqu'à présent pour le forage de ce puits s'élève à 2137990^{fr}. »

M. **Daubrée** ajoute :

« On devait s'attendre à atteindre à La Chapelle la nappe jaillissante des sables verts à peu près à la même profondeur qu'à Passy et à Grenelle; car, en ces points, l'altitude de la surface du sol ne diffère que faiblement. Il n'en a pas été ainsi : dans la première localité, la nappe a été rencontrée à 137^{m} plus bas qu'à Passy et, d'après le Tableau qui précède, chaque groupe de couches n'y a été lui-même traversé qu'à des profondeur très notablement plus grandes. Les différences indiquées entre les verticales de ces deux points, bien qu'ils ne soient distants que de 7^{km}, sont de 80^{m} à 130^{m}. Ces écarts paraissent dénoncer en cette région un dérangement dans la stratification, soit une inflexion, soit une cassure ou faille, comme on en connaît à Meudon.

» A raison d'un accroissement moyen de 1° par 32^{m} d'approfondissement, la température de l'eau du forage de La Chapelle, arrivant de la profondeur de 718^{m}, devrait marquer environ 5° de plus que celle du puits de Grenelle, qui jaillit de 547^{m}. Or, au lieu de $32^{\circ},4$, elle n'est que de 30°. L'infériorité de $2^{\circ},4$ résulte sans doute de ce que l'obstruction causée par le refoulement du tubage oppose un obstacle à l'ascension de l'eau. Celle qui échappe aux épanchements intérieurs et arrive jusqu'à la surface du sol a eu le temps de perdre pendant son trajet une partie de sa chaleur acquise dans les couches profondes dont elle provient. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude sur la structure d'un éclair.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**. (Extrait.)

« Pendant l'orage du 24 juin dernier, qui éclata sur Paris et ses environs, je suis parvenu à photographier un éclair très brillant, qui est apparu vers $10^{h}30^{m}$.

» D'après la photographie, cet éclair, qui semble relier la surface terrestre à la nue, sous-tendait un angle d'environ 40°. Il est évident que l'angle devait être plus grand encore, puisque la photographie n'en montre qu'une partie.

» Le trait fulgurant se divise en quatre branches principales, qui sont brillantes et fortement accusées; mais il en est d'autres qui sont moins visibles : quelques-unes sont si faibles qu'elles ne peuvent guère être reconnues que sur le cliché négatif, à l'aide d'un verre grossissant. Le nombre total des ramifications, grandes ou petites, que j'ai ainsi pu reconnaître, est de trente-sept.

» L'étude microscopique de cet éclair semble indiquer qu'il se présente sous la forme d'un long ruban, prenant toutes les formes que pourrait revêtir un ruban souple qui serait plongé dans un liquide se mouvant avec lenteur, et au sein duquel il se produirait des remous....

» Le ruban semble traversé perpendiculairement par une multitude de raies, plus ou moins serrées et plus ou moins brillantes. Ces raies transversales s'observent à peu près partout sur l'éclair, et l'on en reconnaît même des traces sur ses plus faibles ramifications.... En les examinant attentivement, on reconnaît qu'elles correspondent en général avec la brisure des zigzags plus ou moins grands qui semblent constituer l'éclair.... »

M. **Ch. Cros** adresse une Note relative aux « erreurs dans les mesures des détails figurés sur la planète Mars ».

M. **A. Boillot** adresse une Note relative à « un effet singulier du Soleil couchant ».

Le 6 juillet, à $7^h 50^m$ du soir, le ciel a pris, du côté de l'est, une coloration rouge intense, en même temps qu'il apparaissait un arc-en-ciel, remarquable surtout par l'intensité lumineuse de la partie du ciel comprise entre l'arc et l'horizon.

MM. **P. Chastaing** et **E. Barillot** adressent une Note portant pour titre : « Contributions à l'étude des moyens proposés pour l'assainissement des villes ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1888.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la seizième session. Toulouse, 1887. Seconde Partie : Notes et Mémoires. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Friedel.)

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1886-1887. Rouen, Espérance Cagniard; Paris, A. Picard, 1888; 1 vol. in-8°.

Bollettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; Tome XX, ottobre 1887. Roma, tipografia delle Scienze matematiche e fisiche, 1887; br. in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. XXIII, disp. IIa, 1887-1888. Torino, Ermanno Loescher; br. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; tome II, anno 1888, fasc. III; br. in-8°.

Atti della reale Accademia dei Lincei; serie quarta, volume IV°, fasc. 7° e 8°. Roma, 1888; 2 br. gr. in-8°.

Giornale del Genio civile; anno XXVI, fasc. 3°. Roma, 1888; 1 vol. in-8°.

Principii di Fisica secondo la dottrina dell' ilemorfismo moderno, di Giannantonio Zanon. Venezia, Tipografia Emiliana, 1888; 1 vol. in-8°.

Franc. Paolo Camillo Siragusa, *Ricerche sul geotropismo.* Palermo, 1888; br. in-8°.

Bollettino mensuale, pubblicato per cura dell' Osservatorio centrale del real collegio Carlo Alberto in Moncalieri; serie II, vol. VIII, num. VI, giugno 1888; br. in-f°.

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles; 3e série, vol. XXIII, n° 97. Lausanne, F. Rouge, juin 1888; br. in-8°.

Bulletin de la Société des études indo-chinoises de Saigon, année 1887, 2e semestre. Saïgon, Rey et Curiol, 1888; br. in-8°.

Thirtieth annual Report of the Trade and Commerce of Chicago for the year ended december 31, 1887. Chicago, Knight and Leonard, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Transactions of the New-York Academy of Sciences; vol. VII, n°s 1, 2, 1887-1888; br. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences, late lyceum of natural History; vol. IV, n°s 3 and 4, february 1888; br. in-8°.

The medico-legal journal, published under the auspices of the medico-legal Society of New-York; vol. V, n° 4, march 1888; br. in-8°.

C.-W. Borchardt's gesammelte Werke (auf Veranlassung der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften), herausgegeben von G. Hettner. Berlin, Georg Reimer, 1888; 1 vol. in-4°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität; Band I, n° 2. Tokio, 1888; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1888.)

Note de M. *Bisson,* Sur une boussole permettant de trouver le méridien malgré le voisinage du fer :

Page 17, lignes 29-30, *au lieu de* des composantes horizontales différentes, de la force déviante d'un barreau..., *lisez* des composantes horizontales différentes de la force déviante, d'un barreau...